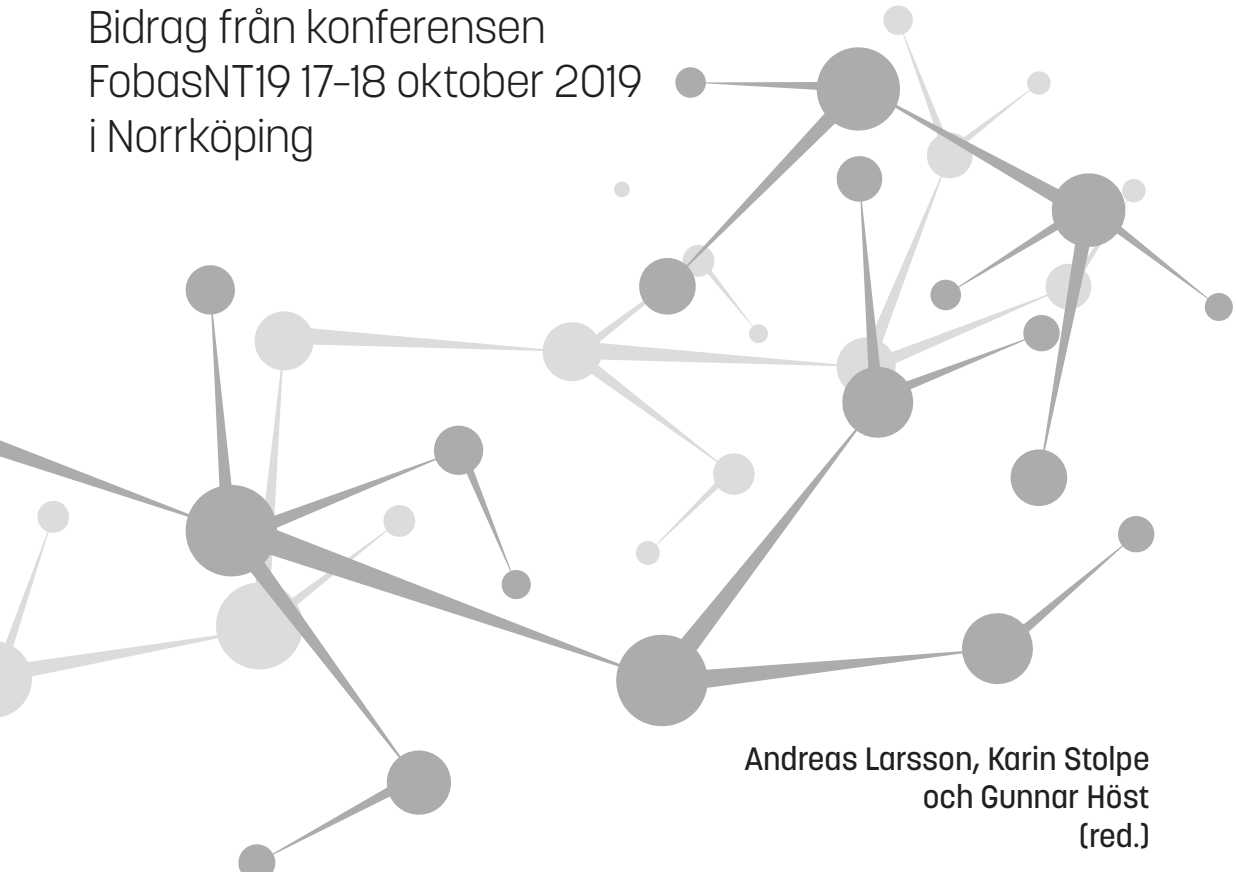


# Forum för forskningsbaserad NT-undervisning

Bidrag från konferensen  
FobasNT19 17-18 oktober 2019  
i Norrköping



Andreas Larsson, Karin Stolpe  
och Gunnar Höst  
(red.)

# Forum för forskningsbaserad NT- undervisning

Bidrag från konferensen FobasNT19  
17-18 oktober 2019 i Norrköping

*Andreas Larsson, Karin Stolpe och Gunnar Höst (red.)*

Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik (NATDID) vid Linköpings universitet inrättades 2015 efter ett beslut från regeringen. Centret verkar för att sprida ämnesdidaktisk forskning inom naturvetenskap och teknik till personer verksamma inom skolan. På så sätt bidrar NATDID till att stödja skolutvecklingen på nationell nivå inom naturvetenskap och teknik. Denna forskningspridning bygger på att skapa möten mellan lärare och forskare för att på så sätt bidra till att upprätta långsiktiga relationer och dialog mellan parterna.

<http://www.liu.se/natdid>

©Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik och författarna. Distribueras av Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik vid Institutionen för Beteendevetenskap och Lärande, Linköpings universitet, andreas.b.larsson@liu.se, karin.stolpe@liu.se och gunnar.host@liu.se.

Omslag: Tomas Hägg

Tryck: LiU-Tryck, Linköping 2021  
ISBN: 978-91-7929-720-6

# Innehåll

<i>Andreas Larsson, Karin Stolpe, Gunnar Höst och Johan Svenningsson</i> Inledning .....	1
<i>Helen Brink</i> Tekniklärares erfarenheter av undervisning om digitala modeller i högstadiets teknikundervisning.....	7
<i>Ingela Bursjö</i> På väg mot beprövad erfarenhet: digitala lärresurser i undervisningen .....	17
<i>Karin Bårman, Mats Hansson, Johnny Häger och Mats A Hansson</i> Kollegialt lärande i naturvetenskap och teknik med Skolverkets moduler .....	35
<i>Camilla Christensson och Karolina Broman</i> Kontextbaserad problemlösning inom ämnesområdet läkemedel .....	49
<i>Feyza Cilingir</i> Strategier för meningsskapande inom ramen för studiehandledning kring vattnets kretslopp.....	69
<i>Cecilia Ekstrand</i> STE(A)M-lärande utanför klassrummet.....	81
<i>Nina Eliasson och Anna-Karin Westman</i> ”Nu kan vi sätta ord på det vi gör” – att utveckla naturvetenskap och teknik i förskolan.....	99
<i>Lena Hansson, Lotta Leden och Susanne Thulin</i> Samtal om ”naturvetenskapernas karaktär” i förskolan med utgångspunkt i bilderböcker.....	107
<i>Rickard Kristiansson</i> Språkutvecklande NT-undervisning med hjälp av multimodala resurser.....	119
<i>Suvi Mikkonen, Camilla Lundqvist, Cecilia Kozma, Andre Bürgers, Dana Seifeddine Ehdwall och Per Anderhag</i> Begrepp, metaforer och liknelser i yngre barns samtal om cellen.....	129

<i>Miguel Perez, Sadaf Salavati och Barbro Tyrberg</i>	
Forskning inom ett komplext projekt riktat mot skolan .....	147
<i>Harald Raaijmakers</i>	
Elevers fantasifulla undersökning av naturvetenskapliga sambandsfrågor i samtida konst .....	161

# Inledning

Andreas Larsson, Karin Stolpe, Gunnar Höst & Johan Svenningsson  
*NATDID*

I skrivande stund är det ganska exakt ett år sedan våra 26 skribenter laddade upp sina texter och redaktionsarbetet med det sjunde numret i NATDID:s skriftserie Naturvetenskapernas och teknikens didaktik kunde börja. Resultatet av arbetet finns nu framför dig: tolv texter som alla har sin bas i några av de presentationer som genomfördes under Forum för Forskningsbaserad NT-undervisning (FobasNT19) den 17-18 oktober 2019 i Norrköping. Vår ambition med dessa texter är att de ska kunna fungera som diskussionsunderlag på arbetsplatsen, lärarutbildningen eller kanske som en inspirationskälla för den enskilde läsaren. Vi hoppas att texterna kommer att ge allt fler lärare, förskollärare, rektorer, skolledare, utvecklingsledare, forskare och lärarutbildare, men också personer verksamma i myndigheter och organisationer möjligheter att följa vad som händer på den svenska NT-didaktikfronten. På så vis kan den här skriftsamlingen också fungera som en länk mellan FobasNT19 och den kommande FobasNT21.

Samtliga texter i skriftserien är utformade för lärar- och förskolläraryrket. Målet är att göra texterna relevanta för dig som läsare, samtidigt som texterna ska vara skrivna på ett sätt som gör dem lätta att ta till sig. Det innebär dock inte att vi i redaktionen vill göra avkall på den forskning och de erfarenheter som ligger bakom en text. Vi vill helt enkelt att du som läsare ska få en god möjlighet att reflektera och kritiskt granska de texter som är inkluderade här. Av den anledningen valde vi i år att bjuda in de författare som så önskade till samtal om deras inskickade bidrag. Utifrån dessa samtal kunde vi i redaktionen skapa oss en god bild av det innehåll som författarna ville förmedla samt vilken typ av bidrag de önskade skriva. På så vis har vi i redaktionen kunnat utveckla skriftseriens texter i ett nära samarbete med våra skribenter, på distans. Vi har kunnat ge konkreta råd för att vässa skribenternas pennor, stödja deras arbete och på så vis ge röst åt sina erfarenheter och forskning. Vi ser tillbaka på ett år där vi har kunnat utveckla både redaktionens verksamhet och vår relation till våra skribenter. Vi vet att våra samtal med skribenterna har lett till ökat intresse av att skriva liknande texter till andra forum, exempelvis ATENA Didaktik.

Tillsammans är vi alltså 30 personer som på olika vis, i olika roller och på olika platser har bidragit till numrets 12 texter fördelade på närmare 200 sidor. Här kommer en kort summering om vad du kan förvänta dig att hitta bland texterna.

Helen Brink presenterar i sin text en studie som handlar om tekniklärares arbete med digitala modeller på högstadiet. Studien är baserad på intervjuer med tolv tekniklärare. Resultatet visar att undervisning med digitala modeller bedrivs

i syfte att förstärka och integrera andra ämnen, synliggöra teknik för eleverna, undervisa om digital modellering samt för att förbereda eleverna för framtiden.

Ingela Bursjö beskriver i sitt bidrag hur olika digitala lärresurser bidrar till en förändrad fysikundervisning. Samtidig ger texten en bild av hur man som lärare kan strukturera och utvärdera sin verksamhet baserat på en aktionsforskningsmodell. Resultatet visar att införandet av digitala lärresurser i klassrummet bidrar till en förbättrad undervisning, samt att en systematisk utvärdering av den egna verksamheten ger goda förutsättning för att utveckla beprövad erfarenhet.

Karin Bårman, Mats Hansson, Johnny Häger och Mats A Hansson lägger fokus på Skolverkets långsiktiga arbete för ett utvecklat kollegialt lärande inom naturvetenskap och teknik. I texten presenterar de bakgrunden till, samt den forskning som ligger till grund för arbetet med Skolverkets moduler. Utöver detta bjuder författarna även på en genomgång av modulernas ämnesinnehåll.

Camilla Christensson och Karolina Broman har undersökt hur elever svarar på kontextbaserade uppgifter i kemi, alltså uppgifter där eleven ges möjlighet att använda sina kemiska kunskaper i ett relevant sammanhang. Resultatet visar att eleverna använder begrepp och resonemang från kemi när de besvarar frågorna. Texten ger också exempel på när kontexten verkar påverka eleverna att fokusera på annat än det ämnesinnehåll som frågan egentligen handlar om.

Feyza Cilingir presenterar i sitt bidrag en fallstudie om vad som händer när en elev med turkisk bakgrund får så kallad studiehandedning i en svensk skola. I studien undersöker Feyza vilka strategier studiehandedaren använder när denne tillsammans med eleven läser i en lärobok om vattnets kretslopp. Resultaten visar hur strategierna kan bidra till elevens lärande, men också vad som kan skapa utmaningar i detta lärande.

Cecilia Ekstrand beskriver i sin text ett EU-projekt som handlar om att fördjupa och utveckla det informella lärandets roll inom STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), men också med koppling till konstnärliga uttryck, art (STEAM). I texten behandlar Cecilia bland annat en enkätundersökning som visar att barn och ungdomar är intresserade av naturvetenskap och teknik. De ämnesområden som hamnar högst är djur, rymden och människokroppen. Projektet har också tagit fram designprinciper för STE(A)M-lärande utanför klassrummet, principer som kan användas som stöd för att utveckla lärande i miljöer utanför skolan som till exempel museimiljöer.

Nina Eliasson och Anna-Karin Westman presenterar i sin text formerna för en kompetensutvecklingsinsats för förskolan samt en utvärdering av insatsen. I texten presenterar Nina och Anna-Karin även den forskning om framgångsfaktorer för hållbar kompetensutveckling som ligger till grund för insatsens utformning. Resultatet av utvärderingarna visar en kompetensutvecklingsinsats som väckt deltagarnas nyfikenhet inför naturvetenskap och teknik samt hjälpt dem att få upp ögonen för den naturvetenskap som finns runt oss i vår vardag.

Lena Hansson, Lotta Leden och Susanne Thulin berättar i sin text om att arbeta med aspekter av naturvetenskap genom bilderböcker i förskolan. Författarna lyfter fram konkreta exempel på hur förskollärare och barn tillsammans pratar om hur naturvetenskaplig kunskap och forskning går till, hur vi vet det vi vet och vilka forskarna bakom upptäckterna är. Bilderböckerna kan på så sätt bidra till barnens förståelse av naturvetenskapens karaktär.

Rickard Kristiansson delar i sin text med sig av sina erfarenheter av att arbeta multimodalt i det naturvetenskapliga klassrummet. I texten visar han exempel på hur man kan använda exempelvis sång och skönlitteratur för att elever ska få uttrycka sig på olika vis. Rickard visar också hur man som lärare kan använda video och foto för att ta tillvara på elevernas egen kreativitet.

Suvi Mikkonen, Camilla Lundqvist, Cecilia Kozma, Andre Bürgers, Dana Seifeddine Ehdwall och Per Anderhag presenterar i sitt bidrag resultaten från en studie där elever i årskurs 2 har arbetat med cellen. Författarna beskriver hur arbetet har gått till genom konkreta beskrivningar av vilka moment som eleverna har tagit del av i undervisningen. Resultaten visar hur barnen pratar om celler och hur vardagliga, figurativa och naturvetenskapliga ord varvas i elevernas samtal om cellen.

Miguel Perez, Sadaf Salavati och Barbro Tyrberg skriver i sin text om hur *komplexa projekt* kan undersökas genom att använda en kombination av olika teoretiska perspektiv. Förutom att presentera resultaten av ett forskningsprojekt, presenterar författarna även de teorier som forskningsmetoderna bygger på samt vilka möjligheter det har gett dem i sin forskning.

Harald Raaijmakers har genomfört en studie om naturvetenskapliga frågor i museimiljö. I den här texten beskriver han hur museiprogrammet har designats för skolgrupper. Skolelever får genom att studera och diskutera konstverk på ett museum och skapa egna konstverk utforska naturvetenskaplig kunskap om bland annat klimatförändringar. Konsten blir ett sätt att närma sig naturvetenskapliga frågor där etiska, intuitiva och emotionella aspekter kan få ta plats.

Dessa exempel representerar ett brett utbud av texter, från förskola till gymnasieskola. Dessutom handlar texterna om kompetensutveckling och utbildning utanför skolans väggar. Här finns något för dig som undervisar i biologi, kemi, fysik eller teknik. Dessutom är en del av texterna exempel på det som vi skulle kalla för beprövad erfarenhet medan andra texter har en forskningskaraktär.

När vi nu slutligen lägger den sista handen på det här numret av skriftserien avslutar vi vårt arbete med FobasNT19. Just idag, i tider starkt präglade av en pandemi, känns det väldigt avlägset att tänka sig att drygt 80 personer kan ha träffats i samma lokaler för att tillsammans samtala och utbyta erfarenheter kring att bygga undervisning på vetenskaplig grund. Lika avlägset känns det att något sådant kommer att hända igen.

För oss på NATDID är samtalet om undervisning av allra största betydelse. Vi menar att konferensen FobasNT är en viktig arena för att skapa de nätverk som

är nödvändiga för att upprätta hållbara och långsiktiga kontakter som kan leda till konkret verksamhetsutveckling. Vi menar också att sådana samtalsytor måste anpassas till regionala förutsättningar och att en av NATDID:s roller är att utveckla nya former för det. Därför väljer vi nu att satsa på en konferens där vi kan dra nytta av de erfarenheter möjligheter som distansarbetet har gett oss under ett år präglad av Covid-19.

FobasNT21 kommer därför nästa gång att äga rum på flera olika ställen i landet. Den 21-22 oktober 2021 länkar vi samman dessa fysiska platser så att vi alla tillsammans kan ta del av de tankar som väcks under de presentationer som du som besökare kommer att kunna ta del av. Vi hoppas även att kunna hitta former för gemensamma fikastunder och varför inte en sammanlänkad konferensmiddag. På så vis kan vårt forum FobasNT utökas geografiskt samtidigt som det kan ge möjligheter till en förbättrad regional samverkan. FobasNT21 blir därmed en distribuerad konferens.

Utifrån årets erfarenheter ser vi på NATDID att det finns en styrka i att kunna arbeta nationellt på distans. Den närmaste tiden kommer vi att göra allt vi kan för att ta tillvara på de styrkorna för att utveckla vår verksamhet vidare. Tekniken har – kanske något oväntat – gett oss möjligheter att komma varandra lite närmare. Helt plötsligt vet alla vem som har sin arbetsplats i köket och hur många av kollegorna som har katt. Vad detta utvecklingsarbete kommer att resultera i vet vi ännu inte; webinarier och live-streamade forskningspresentationer är bara två av de idéer vi kommer att testa under tiden fram till FobasNT21. På så vis hoppas vi kunna föra samtalet närmare dig; för det är trots allt du och din verksamhet som är fokus för vårt arbete.

Andreas, Karin, Gunnar och Johan

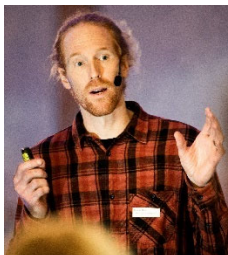
## Författarpresentationer



Andreas Larsson arbetar som koordinator vid NATDID där han bland annat arbetar med redaktörsarbete. Han är också med och arrangerar konferensen FobasNT. Andreas arbetar också som doktorand där han skriver en avhandling inom teknikens didaktik.



Karin Stolpe är föreståndare för NATDID. Karin arbetar som universitetslektor i pedagogiskt arbete vid Linköping universitet. Där forskar hon bland annat om lärares professionsutveckling inom naturvetenskapens och tekniks didaktik. Karin undervisar också i lärarprogrammen.



Gunnar Höst är biträdande föreståndare för NATDID, Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik. Han är också universitetslektor i visuellt lärande och kommunikation vid Linköpings universitet. Hans forskning handlar främst om elevers begreppsförståelse, med fokus på hur visualiseringar kan stödja lärande i naturvetenskap.



Johan Svenningsson är universitetsadjunkt och arbetar för NATDID, bland annat med konferensen FobasNT. Han undervisar även inom teknik och naturvetenskap på de olika lärarprogrammen. Skriver en avhandling om elevers attityder och intresse för och deras syn på teknik och teknikundervisning.



# Tekniklärares erfarenheter av undervisning om digitala modeller i högstadiets teknikundervisning

Helen Brink  
Karlstads universitet

## *Sammanfattning*

*I grundskolans teknikundervisning på högstadiet är det vanligt att elever skapar och tillverkar modeller av olika konstruktioner, processer eller artefakter. Modellerna är ett sätt för eleverna att testa konstruktionens design och funktion, men också ett sätt att kommunicera idéer och lösningar. Idag kan modeller visas digitalt via en skärm, digitala modeller, och många lärare har infört digitala modeller i sin undervisning. I den här studien kartläggs tekniklärares erfarenheter om undervisning i detta specifika område. Tolv tekniklärare har intervjuats och intervjuerna har analyserats tematiskt. Resultaten visar att undervisning med digitala modeller bedrivs för att a) förstärka och integrera andra ämnen, b) synliggöra teknik för eleverna, c) undervisa om digital modellering samt för att d) förbereda eleverna för framtiden. En slutsats utifrån studiens resultat är att eleverna ges olika förutsättningar för lärande i området och lärarna som intervjuats uttrycker osäkerhet i vad de ska undervisa och hur undervisningen ska bedrivas. Resultaten kan bidra till teknikämnets utveckling genom att mer specifikt och nyanserat diskutera dessa olika delar av undervisning om digitala modeller.*

## **Bakgrund**

Idag är digital kompetens nödvändig för att kunna orientera sig ansvarsfullt i ett digitaliserat och uppkopplat samhälle. Digital kompetens innefattar bland annat att lösa problem med hjälp av digitala verktyg och att kreativt använda digitala teknologier (Carlsson, 2014). Ett sätt att arbeta med digital kompetens i högstadiets teknikundervisning är att arbeta med modeller med hjälp av digitala verktyg; digitala modeller. Det saknas dessvärre forskning på hur lärare undervisar om digitala modeller, däremot finns det viss forskning om vad eleverna behöver för att kunna utvecklas i området, då utifrån ett elevperspektiv. Den forskningen är dock relevant som bakgrund till denna studie.

En modell är en avbild av något konkret som redan finns eller av en idé som ännu inte existerar (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). Genom modellerna får eleverna undersöka olika egenskaper hos ett objekt, och modellerna ger ett kognitivt stöd vid produktutveckling. Modellerna i teknikundervisningen används också för kommunikation och för lärarens bedömning av elevens förmågor (Elmer & Davies, 2000).

En modell kan idag visualiseras med hjälp av digitala verktyg. Ett digitalt verktyg som används i undervisningen är exempelvis Computer Aided Design (CAD), där tredimensionella objekt skapas och visas via en skärm. Från ett CAD-program kan den digitala modellen sen skrivas ut till en fysisk modell i plast i en 3D-skrivare. För att en elev ska kunna lära sig rita och designa i ett CAD-program, behövs kunskaper om själva programvaran, vilka kommandon och funktioner som finns. Eleven behöver också strategiska kunskaper om hur objekt effektivt byggs upp, på vilket sätt olika ytor och solida objekt kan skapas och förändras (Chester, 2007). Forskning visar att många elever fastnar i handhavandet av mjukvaran och därför inte kommer vidare till problemlösning när de designar digitalt (Chester, 2007; Leisney & Brandt-Pomares, 2015).

En del, men inte alla skolor, har idag tillgång till en 3D-skrivare i sin teknikundervisning. Att få tillgång till en fysisk modell utifrån en digital modell kan stödja elevernas förståelse för den iterativa designcykeln i produktframtagningsprocessen (Novak & Wisdom, 2018); det vill säga att olika stadier i processen upprepas. Forskning visar dock att både lärare och elever saknar kunskaper om designprocessen och att de därmed undviker att designa mer komplexa modeller (Smith, Iversen & Hjort, 2015). Detta resulterar i att eleverna begränsas till att konstruera enklare objekt som exempelvis nyckelringar eller namnbrickor. Den iterativa processen undersöks då inte på något djupare plan.

Ett helt annat sätt att skapa en modell är att beskriva en händelse, i ord eller med kod, det vill säga att programmera en modell (Åkerfeldt, Kjällander & Selander, 2018). Programmering är nyligen införd i den svenska teknikundervisningen där fokus ligger på problemlösning och tekniska lösningar som kan programmeras (Skolverket, 2011).

Teknikämnet i svensk grundskola är förhållandevis ungt och saknar en tydlig ämneskärna och ämnesidentitet (Hagberg & Hultén, 2005; Sjöberg, 2013). Teknikundervisningen skiljer sig åt mellan skolor och det kan till och med skilja inom den egna skolan (Skolinspektionen, 2014). Lärarna har haft stor frihet i valet av stoff utifrån lokala och personliga preferenser (Bjurulf, 2008). Samtidigt uttrycker lärarna att de känner osäkerhet i sin professionsutövning, vad de ska undervisa och hur de ska undervisa det (Bjurulf, 2011; Hartell, 2015). Till stor del beror denna osäkerhet på lite egen utbildning hos de undervisande tekniklärarna, skriver Hartell (2015).

Teknikämnet har dessutom både en teoretisk och en praktisk natur. Forskare skiljer på teknisk kunskap och undervisningen om denna kunskap som kunskap *i* teknik eller *om* teknik (Svensson, 2011; Kilbrink, 2013). Undervisning *i* teknik handlar exempelvis om att utveckla teknik och att använda teknikens olika metoder. Undervisning *om* teknik handlar istället om att värdera och undersöka teknik. Det framkommer också i forskning att undervisningen i teknikämnet ofta är, och behöver vara sammanlänkade av både teoretiska och praktiska inslag, och att de är beroende av varandra (Kilbrink, 2013). Utifrån detta handlar denna text om *undervisning om digitala modeller*, men situationen och kontexten avgör om undervisningen som beskrivs är av praktiskt eller av teoretisk karaktär.

Ovan har några olika perspektiv på teknikundervisning och på digitala modeller redovisats. Eftersom en lärares erfarenheter påverkar undervisningen (Mishra & Koehler, 2006), behövs mer kunskap om tekniklärares erfarenheter om undervisning om modeller med digitala verktyg. Det leder in på denna studies syfte och frågeställning.

## Syfte och forskningsfråga

Syftet med denna studie är att öka kunskaperna om undervisning om modeller med digitala verktyg i högstadiets teknikundervisning. Utifrån syftet har följande forskningsfråga ställts: Hur, utifrån sina erfarenheter, formar tekniklärare i högstadiet sin undervisning om digitala modeller?

## Metod

Studien utgår från en fenomenologisk livsvärld (Bengtsson, 2013). Med det menas att varje person erfar sin omgivning utifrån olika positioner, tidigare erfarenheter och kunskaper. Ett och samma fenomen kan därför erfaras på olika sätt av olika människor. Eftersom det alltid är *någon* som erfar *något*, kan erfarenheten beskrivas av personen själv. Beskrivningen kan sedan tolkas av exempelvis en forskare. Tolkningsarbetet i en fenomenologisk studie har som syfte att söka en djupare förståelse av lärarnas utsagor, för de olika sätten att erfara något.

## Datainsamling och tematisk analys

Tolv semi-strukturerade intervjuer med strategiskt utvalda tekniklärare har genomförts till denna studie. Lärarna har valts för att täcka den bredd av tekniklärare som är verksamma i svenska högstadieskolor. Exempelvis saknar ungefär hälften av alla tekniklärare som undervisar i högstadiet formell behörighet (Skolverket, 2019). Andra faktorer som tagits hänsyn till är antal verksamma år i yrket samt lärarnas kön. Även stora och små skolor har tagits med vid urvalet. Samtliga

intervjuade tekniklärare har lärarexamen, men inte alla med behörighet att undervisa i teknik. Intervjuerna har skett på den intervjuades skola, på en plats som valts av läraren. Intervjuerna har pågått mellan 35 och 60 minuter. Intervjuerna har spelats in digitalt och därefter transkriberats i direkt anslutning till intervjun.

Analysen har skett genom att inledningsvis läsa transkriptionerna och skapa en överblick och etablera en helhetssyn av datamaterialet. Därefter har begrepp, ord och meningar lyfts fram och kodats, och koderna har organiserats till olika teman. Temana har sedan tolkats och getts namn för att spegla datamaterialet. Slutligen valdes citat ut för att representera de olika temana. Temana är studiens resultat från analysen och de kommer att presenteras nedan.

## Resultat

Resultatet från analysen är fyra teman av erfarenheter.

- a) Förstärka och integrera andra ämnen,
- b) Synliggöra teknik för eleverna,
- c) Undervisa om digital modellering och
- d) Förbereda eleverna för framtiden.

I kommande stycken kommer temana att förklaras så att olika aspekter av dem kan presenteras. Dessutom kommer olika citat från intervjuerna att presenteras för att visa hur lärarna själva uttrycker sina erfarenheter. Om inte annat anges berör samtliga citat undervisning om modeller med digitala verktyg.

### ***Förstärka och integrera andra ämnen***

Vid några intervjuer framkommer att undervisning med digitala modeller används för att förstärka andra ämnen och för att öka integreringen med andra ämnen. Lärare i studien berättar att digitala modeller ger eleverna möjlighet att träna på olika matematiska begrepp. I citatet nedan berättar en av de intervjuade lärarna kring kommande lektionsavsnitt som berör digitala modeller.

*Jag kommer att jobba med begreppet volym, så jag kan koppla det till matte, till mattelektionerna. [...] Jag försöker hela tiden få dem [eleverna] att förstå varför vi läser mat-ten. (Lärare 7).*

Det finns också lärare som låter teknikundervisningen generera indata till matematiska beräkningar och diagram. Dessutom berättar intervjuade lärare att digi-

tala modeller används för att skapa tillverkningsunderlag för slöjdämnet, exempelvis genom digitala ritningar eller 3D-printade modeller som kan användas som underlag för gjutningar.

### **Synliggöra teknik för eleverna**

Ett syfte med undervisningen om digitala modeller är enligt några intervjuade lärare att synliggöra teknik för eleverna. De lärarna berättar att de tycker det är svårt att undervisa om abstrakt teknik och då kan digitala modeller vara ett stöd. Ofta används olika applikationer eller spel, men lärarna som intervjuats kan också använda sig av filmer, Youtube-klipp och olika typer av simuleringar.

*Det blir ju ändå ett förtydligande av hur det fungerar. Alltså, om man jobbar med tekniska system innan och pratar om internet och de här delarna, och för att få det mer konkret. Det är ju så abstrakt. [...] Då är det en ganska tydlig modell, alltså hur det är liksom, på riktigt. Hur det ser ut där bakom. (Lärare 3).*

Syftet med att använda digitala modeller via applikationer, spel eller Youtube-klipp, är primärt att skapa underlag för diskussioner i klassrummet, där frågor kan ställas utifrån det sedda. Teknikens fördelar och nackdelar lyfts fram. Genom att använda digitala modeller blir undervisningen mer konkret och begriplig säger lärarna vid intervjuerna.

### **Undervisa om digital modellering**

Vissa lärare i studien berättar att ett syfte i teknikundervisningen är att eleverna ska få arbeta med digital modellering, det vill säga att eleverna själva ska skapa en digital modell. Här kan undervisningen handla om olika CAD-program men också om programmering, där eleverna skapar program via blockprogrammering eller textbaserad programmering. Följande citat visar hur en av de deltagande lärarna i studien erfar även programmering som en modell.

*... när vi har programmeringsspelet, kan man ju säga att man skapar en digital modell av verkligheten, kan man säga. Om du är en figur som ska fånga äpplen som ramlar ner, så skapar du ju en digital bild av din idé. Och då gör du ju en modell, en digital bild av det. (Lärare 7).*

Flera lärare säger att den iterativa processen är ett viktigt lärandeobjekt och eleverna får tillämpa den vid den digitala modelleringen. Eleverna får upptäcka att processen inte är linjär, utan att det handlar om att testa, pröva och försöka igen.

För att kunna modellera med digitala verktyg måste eleverna hantera den mjukvara som modelleringen ska utföras i. Lärarna berättar att de inledningsvis undervisar i mjukvaran genom att eleverna får härma det läraren gör via en uppkopplad projektor. Alternativt får de följa tutorials på Youtube. Lärandeobjektet är enligt lärarna, att lära sig hantera mjukvaran. Vanliga inledande objekt att modellera är namnbrickor eller smycken, med enkla geometriska former. Därefter är valfriheten stor för eleverna att välja design efter egna intressen. Eleverna får ofta lära sig mer avancerade funktioner på egen hand. I studien framkommer att lärarna själva inte alltid kan hjälpa eleverna med designen, utan andra elever kan då användas som resurser för varandra.

*Men de får ju också lära sig att hjälpa varandra. För någon är ju mycket duktigare, för ofta har man elever som är tjugo gånger bättre än en annan. Då får de hjälpa till. (Lärare 12).*

Några lärare berättar att de undervisar om olika strategier för design, hur eleverna effektivt och strategiskt kan skapa objekt som enkelt kan justeras och modifieras. Men, detta är svårt att undervisa om berättar lärarna, och de menar att de inte alltid kan förklara strategierna för eleverna.

En sådan strategi, är att se till att alla delar är sammanlänkade att utgöra en enhet. Om de inte är det kommer exempelvis inte en 3D-skrivare att kunna skriva ut detaljen. De lärare som har tillgång till en 3D-skrivare erfar att den är bra för att visa på modern tillverkningsteknik. Dock tillåts inte alltid eleverna att själva skriva ut detaljerna då det innebär allt för stor risk för problem. Lärandeobjektet är därför inte att hantera själva 3D-skrivaren, utan att förstå principerna för hur skrivaren bygger upp objekten.

*Det har jag förklarat, att den kan ju inte börja skriva i luften. Då hänger ju trådarna och så. (Lärare 3).*

Syftet med att undervisa om digital modellering är alltså enligt lärarna att dels synliggöra den iterativa processen för eleverna, att lära eleverna hantera mjukvaran och att designa strategiskt men det kan också vara att lära eleverna hur en 3D-skrivare skapar objekt.

### **Förbereda eleverna för framtiden**

I studien finns det lärare som berättar att det är viktigt att förbereda eleverna för framtida studieval, för framtida yrkesval och även för ett vardagsliv. De säger att de vill påverka eleverna och skapa intresse för teknik och om teknik. De gör det i undervisningssituationen i huvudsak på två sätt. Dels kan eleverna själva få modellera i ett digitalt verktyg, dels används digitala filmer, bilder, simuleringar med

mera för att skapa underlag för diskussioner. Syftet är att informera eleverna och visa teknik och arbetsmetoder som används idag.

*Jag är ju rätt mån om att få så många som möjligt att söka teknik till gymnasiet eller sådana tekniska program. [...] Men mycket handlar nog faktiskt om att visa vad som finns, få dem intresserade.” (Lärare 3).*

Lärarna vill inte bara inspirera och intressera elever för gymnasievalet och framtida yrken, utan de säger också att det är viktig kunskap att ha som vuxen, även för de elever som inte väljer en teknisk karriär. Framför allt nämner lärarna att kunskaper om programmerade system hör till allmänbildningen idag.

*Jag tycker det handlar om att de ska känna sig trygga som vuxna. [...] Att man inte bara kan lita på de här programmen också. För de blir ju så bra som vi gör dem. (Lärare 10).*

### **Sammanfattning av resultaten**

I denna sammanfattning ges en överblick av resultaten i tabell 1. I tabellen visas de fyra temana med olika aspekter från undervisningen.

Tabell 1. Sammanfattning av studiens resultat: Fyra teman med olika aspekter från undervisningen om digitala modeller.

<b>Tema</b>	<b>Aspekter</b>
<b>a) Förstärka och integrera andra ämnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matematiska begrepp</li> <li>• Datainsamling för matematikämnet</li> <li>• Förberedelser för slöjdämnet</li> </ul>
<b>b) Synliggöra teknik för eleverna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkretisering av abstrakta begrepp och system</li> <li>• Underlag för diskussion</li> </ul>
<b>c) Undervisa om digital modellering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iterativ process</li> <li>• Hantera mjukvara</li> <li>• Strategisk designkunskap</li> <li>• Skapa och tillverka via en 3D-printer</li> </ul>
<b>d) Förbereda eleverna för framtiden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknisk utbildning</li> <li>• Tekniska yrken</li> <li>• Allmän kunskap</li> </ul>

Lärarna kan erfara sin undervisning med en eller flera av dessa teman i fokus, och med olika kombinationer av dem. Detta har delvis framkommit i avsnitten ovan, där digital modellering exempelvis används för att synliggöra teknik för eleverna eller för att förbereda dem för framtiden.

## Avslutande reflektion

När digitala verktyg införs i undervisningen, kommer den att förändras. Därmed uppstår ett behov att förstå vilka erfarenheter tekniklärare har av undervisningen om digitala modeller och hur dessa erfarenheter ska tolkas.

Resultatet av denna studie visar att undervisningen i detta område har olika syften vilket leder till olika förutsättningar för elevernas lärande. Lärandeobjektet skiljer sig åt och är ibland av teoretisk karaktär och ibland av praktisk karaktär. Skolinspektionen har visat att teknikundervisningen ser väldigt olika ut på olika skolor (Skolinspektionen, 2014), och utifrån denna studies resultat kan nu sägas att det även gäller för området digitala modeller. Resultatet visar att det finns flera sätt att erfara undervisningen, vilket kan sättas i relation till teknikämnets otydliga ämnesidentitet som nämndes i bakgrunden i denna text. Resultatet visar också att det inte finns någon gemensam syn bland tekniklärarna på *vad* undervisningen ska innehålla och *hur* detta ska undervisas. Eftersom det finns flera sätt att erfara digitala modeller, finns det också flera sätt att undervisa om digitala modeller. Diskussioner om denna undervisning behöver bli mer detaljerad och nyanserad för att bättre kunna förstå och utveckla både ämnesinnehåll och undervisningsmetoder. Exempelvis kan design i CAD-program diskuteras separat, eller olika sätt att motivera elever för fortsatta tekniska studier.

Tekniklärarna berättar att de känner osäkerhet vid undervisning om digital modellering när eleverna själva ska skapa digitala modeller. Det resulterar i enkla uppgifter med låg styrning, där eleverna får stor frihet i val av design och innehåll. Eleverna får ibland hjälpa varandra när läraren inte själv kan. Det behöver inte vara negativt att använda eleverna som resurser för varandra, tvärt om finns det forskning som visar att kollaborativt lärande kan stödja elevernas utveckling (William, 2013). Det som är värt att poängtera i det här fallet är att samarbetet inte är ett pedagogiskt eller didaktiskt val av läraren, utan en följd av lärarens osäkerhet.

Från intervjuerna framträder ett syfte att undervisningen om digitala modeller ska generera underlag till andra ämnen som matematik och slöjd. Diskussioner bör föras om hur teknikämnets ämnesidentitet påverkas av det, både av lärarprofessionen och av andra aktörer inom skolsystemet.

Avslutningsvis kan konstateras att syftet med denna studie var att öka kunskaperna om tekniklärarnas erfarenheter av undervisning om modeller med digitala verktyg. Resultaten från studien gör att vi nu vet lite mer men också att ytterligare forskning behövs.

## Referenser

- Bengtsson, J. (2013). With the lifeworld as ground. A research approach for empirical research in education: The Gothenburg tradition. *Indo-Pacific Journal of Phenomenology*, 13(1), 01–18.
- Bjurulf, V. (2008). *Teknikämnets gestaltningar: En studie av lärares arbete med skolämnet teknik* (Doktorsavhandling). Karlstads universitet, Karlstad.
- Bjurulf, V. (2011). *Teknikdidaktik*. Stockholm: Norstedts.
- Carlsson, U. (2014). Varför är medie- och informationskunnighet så viktigt? I U. Carlsson (Red.), *Medie- och informationskunnighet i Norden: en nyckel till demokrati och yttrandefrihet: rapport från Nordiskt expertmöte i Stockholm den 2 oktober 2013*. Göteborg: Nordicom.
- Chester, I. (2007). Teaching for CAD expertise. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(1), 23-35.
- Elmer, E., & Davies, T. (2000). Modelling and creativity in design and technology education. In Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (red). *Developing models in science education* (ss. 137-156). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (red). *Developing models in science education* (ss. 3-17). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hagberg, J.E. & Hultén, M. (2005). *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik: Svensk forskning i internationell kontext*. Vetenskapsrådets rapportserie. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Hartell, E. (2015). *Assidere Necesses Est: Necessities and complexities regarding teachers' assessment practices in technology education* (Doktorsavhandling). Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Kilbrink, N. (2013). *Lära för framtiden: Transfer i teknisk yrkesutbildning* (Doktorsavhandling). Karlstads universitet, Karlstad.
- Laisney, P., & Brandt-Pomares, P. (2015). Role of graphics in the learning design process. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 109-119.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and Awareness*. Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Novak, E., & Wisdom, S. (2018). Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 412-432.
- Sjöberg, S. (2013). Grundläggande tekniska förmågor. In Hallström, Klasander (Red.), *Ginners teknikdidaktiska handbok. Några teser om teknik, skola och samhälle*. Norrköping: Linköpings universitet.
- Skolinspektionen. (2014). *Teknik – gör det osynliga synligt. Om kvaliteten i grundskolans teknikundervisning*. Stockholm.
- Skolverket. (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. (Reviderad 2017)
- Skolverket. (2019). *Grundskolan – Personalstatistik med behörighet – per ämne och kategori*.
- Smith, R., Iversen, O. S., & Hjort, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.
- Svensson, M. (2011). *Att urskilja tekniska system: Didaktiska dimensioner i grundskolan*. (Doktorsavhandling), Linköpings universitet, Norrköping.
- Wiliam, D. (2013). *Att följa lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Åkerfelt, A., Kjällander, S., & Selander, S. (2018). *Programmering– introduktion till digital kompetens i grundskolan*. Stockholm: Liber AB.

## Författarpresentation



Helen Brink är doktorand i undervisningens digitalisering vid Karlstads universitet och undervisar i teknikens didaktik på de korta lärarprogrammen. Hon undervisar också i högstadiet i ämnena teknik, matematik, fysik, kemi och biologi. Dessutom har hon varit med och författat läromedlet Spektrum Teknik som är riktad till högstadiet. Forskningsintresset kommer ursprungligen från den egna verksamheten, där hon upplevde att det saknades stöd för tekniklärare i frågor rörande digitalisering.

# På väg mot beprövad erfarenhet: digitala lärresurser i undervisningen

Ingela Bursjö

Göteborgs stad och Göteborgs universitet

## *Sammanfattning*

*Det finns en stor mängd digitala lärresurser som är möjliga att använda i vår naturvetenskaps- och teknikundervisning. För att undersöka vilken didaktisk kvalitet dessa resurser erbjuder behöver de studeras när elever använder dem i undervisningen. I denna text beskrivs ett utvecklingsarbete som kretsar kring tre digitala lärresurser: 1) interaktiva simuleringar, 2) förstärkt verklighet (augmented reality/AR) samt 3) visualiseringar av longitudinella data. Arbetet följer en aktionsforskningsmodell där planera, agera, observera och reflektera över undervisningen är fyra centrala faser. I arbetet finns ett särskilt intresse för att ta reda på hur elever jämför de digitala lärresurserna med andra sätt att lära sig naturvetenskap. För detta ändamål har eleverna besvarat frågor av olika slag samt genomfört för- och eftertester. På så vis kan det avläsas hur eleverna beskriver sin förståelse av ämnesinnehållet, upplevelsen av undervisningen, ansträngningen i lärandet samt hur de jämför erfarenheterna av att arbeta med lärresurser. Eftertesterna visar på välbevarade minnen av ämnesinnehållet samt en välutvecklad förmåga att jämföra olika lärresursers kvalitet. Elevernas förståelse av ämnesinnehållet påverkas i en positiv riktning när de använder de tre undersökta resurserna. Men det finns samtidigt indikationer på att elevernas föreställningsförmåga påverkas i en negativ riktning när de serveras färdiga bilder. Eleverna uttrycker vikten av att kombinera digitala lärresurser med att utföra fysiska laborationer. Sammantaget ger elevernas respons en viktig grund för den fortsatta planeringen av undervisningen. Utvecklingsarbetet visar att läraren fyller en viktig funktion för högstadielävernars kunskapsutveckling vid användandet av digitala lärresurser. Arbetet ger även ett bidrag till diskussionen om hur beprövad erfarenhet i svensk skola i kan stärka undervisningspraktiken.*

## Bakgrund

Min ambition med denna text är att beskriva ett utvecklingsarbete på en högstadieskola genom att beskriva hur elever uttrycker sig om vad de lär sig när de använder digitala lärresurser i fysik. Med en forskarutbildning som grund för min lektorstjänst som lärare i naturvetenskap, matematik och teknik på högstadiet har jag ett särskilt intresse för att både utveckla och granska undervisningen. Mitt arbete karaktäriseras huvudsakligen av en växelverkan mellan tolkning av styrdokument, aktuell forskning, undervisningsplanering samt elevernas respons.

De senaste åren har jag mött en ansenlig mängd digitala lärresurser som kan användas i undervisningen av naturvetenskap och teknik. För att undersöka vilket vetenskapligt stöd som finns för användandet av sådana digitala lärresurser behövs relevanta ämnesdidaktiska studier. Exempelvis visar Gregorcic och Bodin (2017) att Algodoo är en funktionell digital lärresurs att använda för att utveckla förståelse i mekanik inom fysikundervisningen. Även matematikdidaktiska forskningsöversikter visar att det finns väl fungerande digitala lärresurser – i synnerhet om de används i en i övrigt rik undervisningsmiljö – men att en lika effektiv undervisning skulle kunna utformas på andra sätt även utan digitala lärresurser (Skolforskningsinstitutet, 2018). Det är därför av intresse för undervisningspraktiken i naturvetenskap och teknik att systematiskt utvärdera de digitala lärresurser vi använder.

## Styrdokumentet om digitala lärresurser

Det finns en skillnad i definitioner som medför att begreppen *digitala lärresurser* och *digitala verktyg* inte är helt utbytbara. I detta utvecklingsarbete använder jag begreppet digitala lärresurser på det vis som det beskrivs i den nationella digitaliseringsstrategin för skolväsendet: "allt material som är digitalt och till nytta i undervisning och lärande" (Utbildningsdepartementet, 2017). Detta skiljer sig från betydelsen av begreppet digitala verktyg som även innefattar mjuk- och hårdvara som inte har lärande som sitt huvudsyfte, exempelvis kalkylprogram och projektor. I läroplanen för grundskolan används begreppet digitala verktyg, till exempel i kursplanen för fysik där det bland annat skrivs att

*Som en del av systematiska undersökningar ska eleverna, genom praktiskt undersökande arbete, ges möjlighet att utveckla färdigheter i att hantera såväl digitala verktyg som annan utrustning. (Skolverket, 2011)*

Även Digitaliseringskommissionen använder begreppet digitala verktyg när de definierar digital kompetens som

*...i vilken utsträckning en individ är förtrogen med digitala verktyg och tjänster samt har förmåga att följa med i den digitala utvecklingen och dess påverkan på ens liv (Regeringen, 2015)*

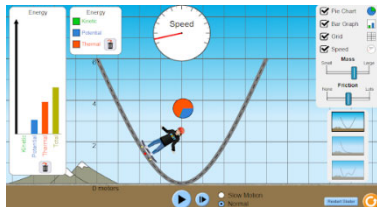
Digitala verktyg omfattar alltså ett mycket varierat innehåll. Mitt val att använda begreppet digitala lärresurser innebär alltså ett snävare urval av resurser, men borgar samtidigt för ett utvecklingsarbete som är grundat i ett fokus på lärande.

## Urval av digitala lärresurser

I detta utvecklingsarbete avgränsas ämnesinnehållet till fysik för årskurs 7-9 där bland annat "... simuleringar kan användas som stöd vid modellering" (Lgr 11, 2018). Mängden tillgängliga digitala lärresurser är stor och på min skola har vi under flera år prövat oss fram till det som fungerar bra utifrån de förutsättningar som finns hos oss. Exempelvis använder vi oss av interaktiva simuleringar, VR/AR-applikationer, animeringar, värmekamera och andra digitala sensorer samt 3D-skrivare. Jag kommer här att avgränsa mig till tre typer av resurser vi använt sedan några år tillbaka: 1) interaktiva simuleringar, 2) förstärkt verklighet (AR) samt 3) visualiseringar av longitudinella data. Gemensamt för dessa tre digitala lärresurser är att vi använt dem som ett *tillägg* till övriga läromedel, de har alltså inte ersatt tryckta läroböcker eller fysiska laborationer.

### 1. Interaktiva simuleringar

Jag använder här interaktiva simuleringar i samband med undervisning om energiomvandlingar. Det finns ett omfattande innehåll som är fritt att använda på PhET<sup>1</sup>, en resurs som utvecklats av universitetet i Colorado, USA (Figur 1). Resursen omfattar utöver fysik även kemi, biologi, geovetenskap och matematik.



Figur 1. Ett exempel på en interaktiv simulering.

<sup>1</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_en.html)

## 2. AR som förstärker berättelser och data

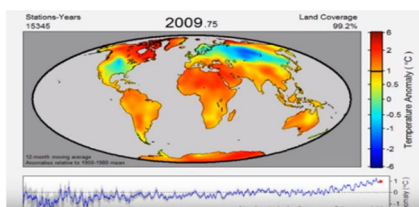
Jag använder här förstärkt verklighet (AR, Augmented Reality) i undervisningen om klimat och väder, med exempel från väderprognoser i The Weather Channel<sup>2</sup> (Figur 2).



Figur 2. Exempel på förstärkt verklighet.

## 3. Visualiseringar av longitudinella data

Jag använder här en utvald animation av forskningsdata<sup>3</sup> från Berkeley Earth som en del av undervisningen om klimat och väder. Animationen är drygt två minuter och visar förändringar de senaste 200 åren (Figur 3).



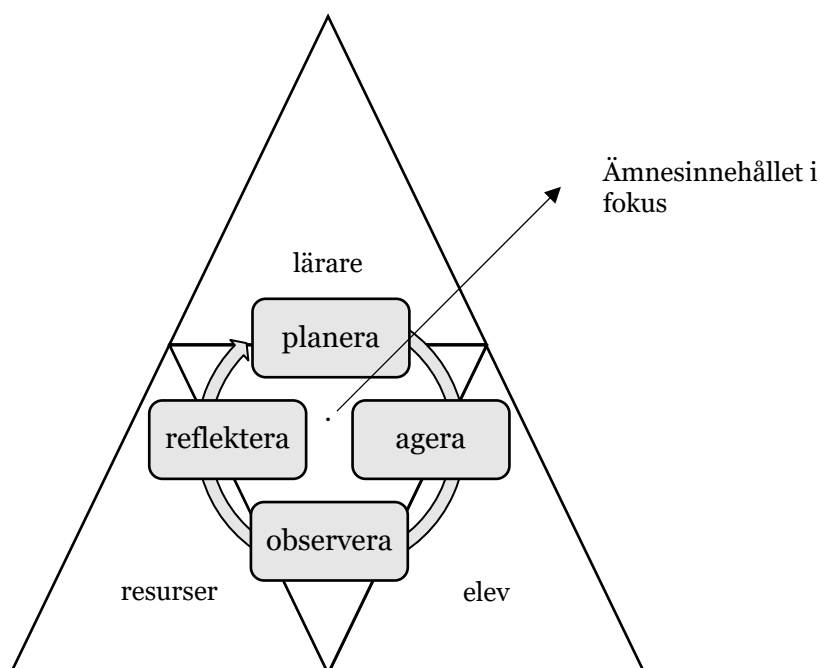
Figur 3. Exempel på visualisering av forskningsdata.

## Aktionsforskning: planera, agera, observera, reflektera

Utvecklingsarbetet utgår från en ämnesdidaktisk aktionsforskningsmodell. Inom aktionsforskning bearbetas de fyra faserna planera, agera, observera, reflektera. Därefter planeras undervisningen på nytt (Rönnerman, 2011). Detta kompletteras med ett fokus på ämnesundervisning i en modifierad didaktisk triangel (figur 4) som visar de tre perspektiv läraren, den studerande och de resurser som finns att tillgå (Selander, 2017). Eftersom växel-spelet mellan resurser och elever är det centrala i detta utvecklingsarbete, blir kombinationen av aktionsforskningsprocessen tillsammans med ett ämnesdidaktiskt fokus, ett användbart redskap för att reflektera över undervisningen.

<sup>2</sup> [https://youtu.be/q01vSb\\_B100](https://youtu.be/q01vSb_B100)

<sup>3</sup> <https://youtu.be/gHZzACcYJR0>



Figur 4. I en ämnesdidaktisk relation lärare-elev-resurser rymms i detta utvecklingsarbete en cyklisk process att planera-agera-observera och reflektera över undervisningen.

### **Planeringsfasen: Läsning av relevant forskning**

Planeringsfasen karaktäriseras av att läraren beaktar vilken elevgrupp som undervisas, deras förkunskaper, vad styrdokumentet anger, vad tidigare erfarenheter aktuell forskning på ämnet visar samt, inte minst, vilken tid som finns till förfogande enligt timplan och skolans schema. Denna grundläggande undervisningsplanering är tidskrävande men också avgörande för undervisningens kvalitet. En viktig del av denna förberedelse är att inläsning av relevant forskning. Den forskning som är relevant för just denna undervisningsutveckling berör främst digitala resurser i undervisningen kopplat till NT-didaktiska studier. Digitala lärresurser anknyter även till forskningsfälten multimodal design och teknikstött lärande (Technology Enhanced Learning) (Selander, 2017). Digitala lärresurser påverkar tillsammans med flera andra faktorer kvaliteten på elevens lärande (Haelermans, 2017; Karlsson, 2015; Livingstone, 2012). Dels finns det studier som visar högre kvalitet på lärandet vid en virtuell laboration (Son, 2016), dels finns det studier som visar att avsaknad av fysisk undersökning tar bort nyfikenhet och upptäckarglädje (Ma & Nickerson, 2006). Samtidigt finns det också belegg för att motivationen ökar när förstärkt verklighet används i undervisningssammanhang (Chiang m.fl., 2014). Forskning visar också att det krävs en specifik visuell kompetens som innebär att det behövs en medveten lärarinsats för att

undvika fallgropar kring elevers förförståelse och olika tolkningar (Tibell, Höst, Schönborn, & Bohlin, 2012). Det finns även stöd för att vissa digitala resurser i undervisningen kan öka elevers intresse för hållbarhetsfrågor (Ottander, 2015). Det markeras dock i flera texter att de digitala resurserna må vara en god grund för kreativitet såväl som för förståelse, men att de inte bör ersätta erfarenheten av fysiska laborationer (Gregorcic & Bodin, 2017).

De fyra undervisningsämnena kemi, fysik, biologi och teknik har i skolans schema 50 minuter per vecka vardera i årskurs 7 och 8 utifrån gällande timplan. Det är organiserat i form av helklasslektioner, där en helklass är 22-24 elever. Två klasser från årskurs 7 och 8 med sammanlagt 46 elever deltar i utvecklingsarbetet. Det är drygt en tredjedel av eleverna som har annat modersmål än svenska och 13% är nyanlända. Det är en jämn fördelning av pojkar och flickor. Skillnader utifrån elevernas kön eller ålder följer däremot inget urskiljbart mönster så elevernas utsagor presenteras därför inte utifrån dessa parametrar. Dessa 50 minuter per vecka och ämne kräver i praktiken ungefär lika lång förberedelsestid som det är undervisningstid. I förberedelsen ingår utöver faktaurval och laborationsförberedelser även att testköra programmen, välja goda exempel och göra instuderingsuppgifter som hjälper eleverna att kontrollera att de förstått. Inför slutet av arbetsområdet planeras även en kunskapstest, ofta i form av ett skriftligt prov. Tillsammans med eleverna genomförs också en del av lektionsplaneringen i syfte att uppnå en rimlig fördelning av genomgångar, laborationer, studiebesök och kunskapsredovisningar.

### ***Agera: Undervisningens genomförande***

De tre digitala lärresurser som ingår i utvecklingsarbetet används så här:

1. Den interaktiva simuleringen från PhET med en skateboardåkare används inledningsvis i helklassgenomgång vartefter eleverna får arbeta med den i smågrupper samt enskilt på sin egen dator. Övningsuppgifterna handlar här om vad som händer när friktion och massa varierar. I samband med att vi använder den digitala lärresursen genomför vi ett besök på en lekplats som ligger i anslutning till skolan med syfte att eleverna även ska få en kroppslig erfarenhet av energiomvandlingar.
2. Filmklippet med förstärkt verklighet/AR från the Weather Channel med inlagda förhöjda vattennivåer som förstärker det meteorologen säger om ett annalkande oväder på USA:s östkust. Filmklippet är underlag för den lärarstyrda diskussionen i helklass under ca 15 minuter och finns därefter tillgängligt i elevernas lärplattform. Eleverna får bland annat i uppgift att jämföra en AR-förstärkt information med en klassisk väderkarta och hur det påverkar deras sätt att ta till sig kunskapsinnehållet. Eleverna löser uppgifterna i smågrupper och därefter är det återigen helklassdiskussion.

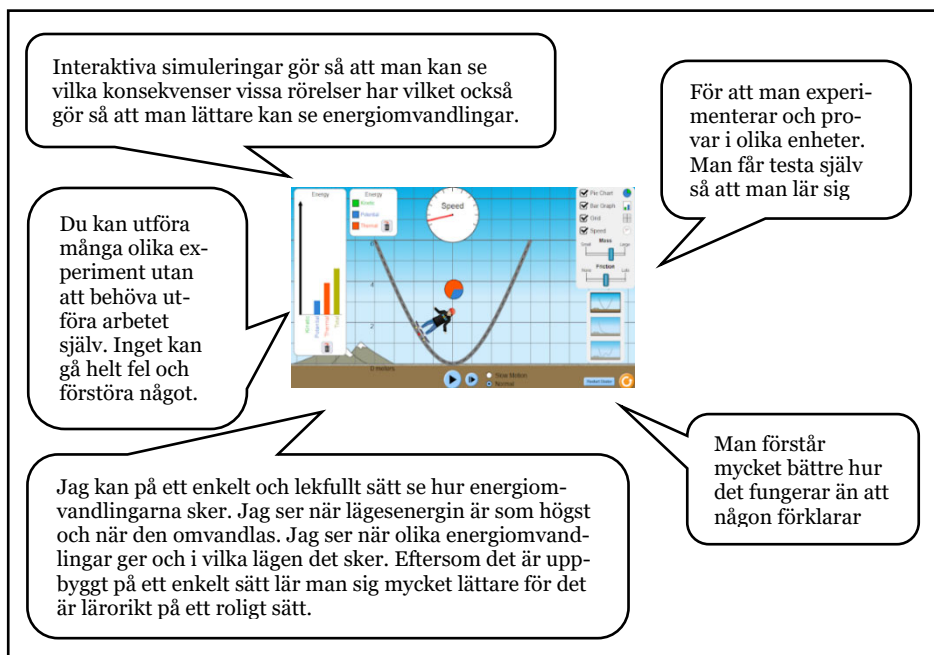
3. Visualiseringen av globala temperaturdata över tid genomförs som en lärarstyrd genomgång under en lektion. Under genomgången projicerad visualiseringen på storbildsskärm. Diskussionen och kopplas till olika världshändelser, frågor om mätstationer och om noggrannhet i mätningarna. Visualiseringen körs flera gånger där jag pausar ibland och ställer frågor om hur det visualiseringen visar kan tolkas. Därefter arbetar eleverna med övningsuppgifter i dokument som de delar med mig. På så vis bjuder undervisningen på många tillfällen till observation.

### ***Observationsfasen: Vad har eleverna lärt sig?***

En viktig del av observationsfasen är att samla in ett rikt och varierat underlag som ger information om hur elevernas lärandeprocess. Utöver nedskrivna observationer i samband med lektionen behövs kunskap om vad varje elev lärt sig. Det behövs även data om hur eleverna uttrycker sig om sitt eget lärande, vad de förstått och vad de ännu inte förstått. De olika datainsamlingarna i utvecklingsarbetet har genomförts i tre steg: innan undervisningssekvensen (förtest), direkt efteråt (eftertest) och därefter ett fördröjt eftertest cirka en månad efter undervisningens genomförande. Datainsamlingen genomförs i Google-formulär och samlades in under lektionstid. Eleverna är sedan tidigare vana vid frekventa kunskapstester och att beskriva hur de uppfattar sitt lärande. På så vis finns en metakognitiv aspekt inbyggd i undervisningspraktiken. I denna text presenteras elevsvaren i relation till de tre digitala lärresurserna. Därefter presenteras utfallet av den innehållsliga analysen.

### 1. Den interaktiva simuleringen

Eleverna uttrycker överlag detaljerade minnen av den interaktiva simuleringen med skateboardåkaren. Syftet med att använda den interaktiva simuleringen är att stödja elevernas förståelse för energiomvandlingar. De citat som presenteras nedan är exempel på reflektioner från eleverna (figur 5). De uttrycker bland annat att det är bra att få pröva själv i lugn och ro, att en digital undersökning inte kräver utrustning som tex skateboard, och att inget förstörs. Eleverna minns ämnesinnehållet och kan återge vad som sker i simuleringen med avseende på energiomvandlingar mellan rörelse- läges- och värmeenergi. De har även en positiv lärandeupplevelse när de frågas en månad efter undervisningen.



Figur 5. Elevernas enkätsvar om PhET-simuleringen av energiomvandlingar.

### 2. Den förstärkta verkligheten

Att vara i miljöer med förstärkt verklighet, AR, är något som flertalet av eleverna är vana vid sedan tidigare, inte minst från spel. Här handlar det dock om ett nytt sammanhang: en väderprognos som är designad för att varna allmänheten i en stad på USA:s västkust för översvämningar i samband med en orkan. Det är redan i undervisningssituationen tydligt att eleverna påverkas starkt av de bildmässiga effekterna av förhöjda vattennivåer. De vill se klippet flera gånger och resonerar länge om hur det skulle ha varit här hos oss i Göteborg vid ett liknande scenario; vilka delar av vår egen stad skulle ligga under vatten. En månad efter undervis-

ningen visar enkäten på att AR-klippet har gett bestående intryck. I enkäten uttrycker eleverna bland annat att det var verklighetsnära upplevelse utan att behöva utsätta sig för en fysisk fara (figur 6).



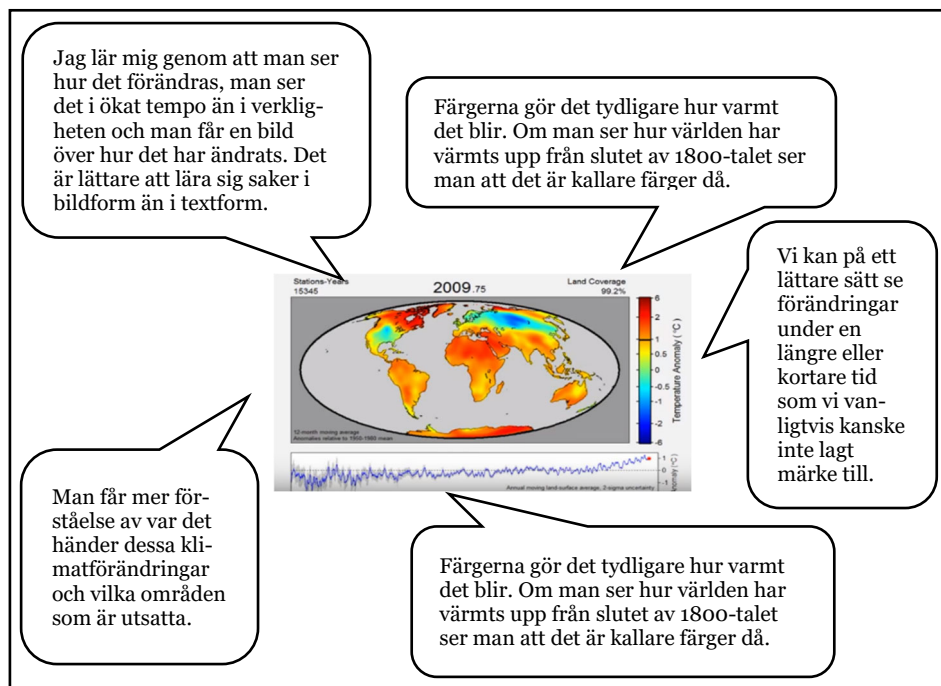
Figur 6. Några av elevernas enkätsvar om förstärkt verklighet, AR.

Eleverna gör i enkätsvaren flera kopplingar till allvaret i klimatförändringarna och vad som sker runtom i världen. I elevernas svar lyfts flera gånger att beskrivningen av en väderprognos blir mer verklig, och därmed lättare att förstå.

### 3. Visualiseringen av jordens medeltemperatur

Temperaturdata över mer än tvåhundra år som presenteras på drygt två minuter ger en komprimerad visualisering av temperaturförändringarna. Den animerade världskartan beskrivs av några elever som väldigt informationsrik och därmed svår att förstå vid första visningen (Figur 7). De beskriver att de behöver förklaringar av någon mer kunnig. Visualiseringen uppskattas dock av flera olika an-

ledning: flera elever framhåller att det går att pausa, backa, upprepa, och fokusera på olika delar. Eleverna lyfter också hur rörliga data och färgkodad information i animeringen ökar deras förståelse.



Figur 7. Några av elevernas enkätsvar om animerade visualiseringar.

### Reflektionsfasen: Analys av enkätsvaren

I analysen har jag läst och grupperat alla elevsvar. Utifrån de utsagor som liknar varandra skapar jag sedan kategorier. De valda kategorierna har uppkommit i min upprepade läsning av elevsvaren. Kategorier skapas alltså utifrån elevernas olika perspektiv, vilket här handlar om: minne av innehållet, upplevelsen av undervisningen, förståelse av ämnesinnehållet, ansträngningen i lärandet och jämförelser mellan olika lärresurser. Dessa fem kategorier är med andra ord gestaltningar av en ämnesdidaktisk ansats som i det här fallet fokuserar på relationen mellan elev och undervisningsinnehåll.

Tabell 1: Kategorierna som framkommit i analysen av elevernas svar.

Minne av undervisningsinnehållet	Upplevelsen av undervisningen	Förståelse av ämnesinnehåll	Ansträngning för att förstå	Jämförelser mellan olika läresurser
<p>Man får chansen att se själv vad som händer när man gör det själv. Det är som att anteckna för hand, om man gör det själv så kommer man ihåg bättre.</p> <p>Fördel är att vi kan använda saker som vi inte har i skolan, nackdelen är att man glömmar snabbt.</p>	<p>Jag tycker man lär sig mer för att det är roligare och man kan se allt.</p> <p>För att om det är en tabell så är det ganska tråkigt att bara läsa siffrorna, men om det är en film så kanske man blir lite mer intresserad.</p> <p>Jag tycker att om man har på sig ett par VR glasögon och kollar tex på regnskogen eller något annat så ser man mer o får uppleva det bättre än om man hade läst en text.</p> <p>Det visar en bättre bild än vad man skulle kunna skapa i huvudet från en text.</p>	<p>Det är som att se saker i verkligheten fast du kan sitta var som helst men när du tar hjälp av VR/AR kan du vara var som helst fast inte HELT på riktigt. Det är väldigt mycket lättare att förstå då.</p> <p>För att man förstår när man får göra det själv man får pröva och testa istället för att behöva läsa en tråkig text.</p> <p>För att man förstår mer om man får se det på riktigt och inte i nån bok. Och det känns mer som att det är du som får göra det.</p> <p>Man kan ha svårare att förstå allt utan att använda händerna.</p>	<p>AR gör allt enklare och visar dig samt hjälper dig med tex instruktioner. Jag tycker att det är mycket lättare att lära sig på en bild eller video än en tabell.</p> <p>Man behöver inte städa.</p> <p>Om man läser en text så måste man föreställa sig hur det ser ut medans i en animering så kan man se hur det ser ut.</p>	<p>Du kan utföra många olika experiment utan att behöva utföra arbetet själv. Inget kan gå helt fel och förstöra något.</p> <p>Det blir väldigt enkelt att se energiomvandlingar som vi annars inte skulle sett om vi t.ex. åkte skateboard själva.</p> <p>Det är lättare att se därför att där kan man ha med farten och rörelser och hur det hade fungerat om personen var större eller mindre.</p>

Som framgår av tabellen finns det många exempel på att eleverna gör flera metakognitiva reflektioner kopplat till de digitala läresurser de använt. Majoriteten av eleverna kan på ett tillfredsställande sätt beskriva vad de lärde sig under dessa tre undervisningssekvenser, vilket även syns i de kunskapsredovisningar som görs efter varje arbetsområde.

Överlag visar hela elevgruppen tydliga minnesbilder av ämnesinnehållet i undervisningen. Eleverna lyfter flera olika aspekter: i de digitala läresurserna

kan de pröva själva, få en bild fastän de inte är på plats, detta upplevs mer ”på riktigt” än en bok. Flera elever uttrycker det som att det är roligt och bekvämt att arbeta med de digitala lärresurser vi använt. Några elever skriver även att det är mer ansträngande att själv skapa bilderna i huvudet. Elevsvaren domineras av att de digitala resurserna beskrivs som mer lättillgängliga att ta till sig jämfört med att läsa text eller tabeller. De elever som jämför de digitala resurserna med de fysiska resurser vi använt under de senaste åren lyfter särskilt att de saknar det möjligheten att få ta i utrustningen:

*Jag föredrar icke-digitalt då jag lär mig lättare om jag får ta på det fysiskt.*

*Man kan inte se eller röra materialen. Ifall man ska laborera måste man också fysiskt förstå hur saker fungerar.*

Sammanfattningsvis ser jag i kategoriseringen av att flera elever uttrycker ökad upplevd förståelse av ämnesinnehållet, förstärkning av minnet, erfara av lustfyllt lärande samt en upplevelse av mindre ansträngning. Jag överraskas flera gånger av elevernas digitala mognad som visar sig i lägen då de lyfter såväl styrkor som svagheter i de digitala lärresurserna. Eleverna beskriver att deras förståelse av naturvetenskapliga förlopp ökar i kombination med en god minnesbild en månad efter genomförd undervisning. Eleverna har överlag tydligt uttalade preferenser om att de hellre använder grafiska representationer än långa texter och tabeller. Konkretiseringen gynnar elevernas förståelse då naturvetenskapliga samband upplevs som tydliga i dessa tre undersökta digitala lärresurser. Lärarens undervisningsrepertoar utvidgas med stöd av digitala lärresurser, något som också framgår av tidigare forskning (Gregorcic & Bodin, 2017; Selander, 2017; Son, 2016).

## **Fortsatt planering av undervisningen**

Reflektionsfasen ger en god grund för den fortsatta planeringen av undervisningen. Samtidigt finns det anledningar att vara uppmärksam på några saker. Flera elever skriver att det är svårt att skapa egna bilder i huvudet av texter och tabeller. Eleverna frestas även att avstå från att göra undersökningar i omvärlden då simuleringar är bekväma och risken att misslyckas är mindre än i de klassiska, fysiska, laborationerna. Arbetet med lärresurserna kräver även en strukturerad metodik – exempelvis att pausa och repetera de animerade sekvenserna – eftersom de innehåller så mycket information på kort tid. Detta pekar på ett särskilt behov av att stärka en visuell kompetens, vilket tidigare belysts av Tibell med kollegor (2012). De resultat som framkommit i utvecklingsarbetet stärker tidigare resultat från Karlsson (2015) samt Gregorcic och Bodin (2017) om att virtuella

laborationer kan fungera väl som ett komplement till de laborationer som genomförs i den fysiska verkligheten, men inte som en ersättning. I en virtuell laboration är till exempel alla utfall förprogrammerade. Det finns även goda skäl att fördjupa sig mer i den forskning om kognitiv belastning (eng: cognitive load) som hjälper till att utveckla en metodik som är anpassad för animeringar och deras flyktighet på skärmen (Ng, Kalyuga & Sweller, 2013). Denna jämförelse med tidigare forskning avslutar därmed reflektionsfasen. Genom att studera elevernas lärandeprocess och utfall får vi som lärare återkoppling på vår undervisning. Tidsåtgången för mig som lärare visar att reflektionsfasen tar ungefär lika mycket tid i anspråk som själva lektionen. Hela processen ger mig som lärare en viktig återkoppling för kommande planering.

## Perspektivet beprövad erfarenhet

Detta utvecklingsarbete är ett exempel på lärares ständigt pågående granskning av sin egen undervisning. Då det är skiftande kvalitet på de digitala lärresurserna och de välfungerande resurserna har fått fäste i undervisningspraktiken är det rimligt att undersöka hur den vetenskapliga grunden för undervisningen ser ut. Skollagens krav är tydligt: utbildningen skall vila på vetenskap och beprövad erfarenhet (SFS 2010:800). Beprövad erfarenhet är trots införandet i skollagen för tio år sedan fortfarande svårfångat, då det inte definierats i lagtexten eller dess förarbeten. I vår utprövning har erfarenheter delats kollegor emellan på skolan, men även mellan skolor nationellt och internationellt. Beprövad erfarenhet beskrivs i en promemoria från Skolverket (2012):

*Beprövad erfarenhet är en erfarenhet som är dokumenterad, delad och prövad i ett kollegialt sammanhang. Beprövad erfarenhet och vetenskaplig grund är kunskapskällor som kompletterar varandra.*

Ett år senare formuleras beskrivningen något annorlunda: ”Beprövad erfarenhet är systematiskt prövad, dokumenterad och genererad under en längre tidsperiod och av många.” (Skolverket, 2013, s. 11). Enligt denna senare beskrivning behöves lång tid och många lärare för att den beprövade erfarenheten ska kunna genereras. Två krav som inte ställs på vetenskapliga studier. Det finns även andra tolkningar av beprövad erfarenhet, som att det är en ”nästan” vetenskaplig grund (ex Jahnke, 2019), det vill säga en gradskillnad.

Jag tolkar Skolverkets formulering om ”längre tidsperiod och av många” som att det är artskillnad snarare än gradskillnad mellan vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet. Det vore därför värdefullt med ytterligare resonemang för att konkretisera vad beprövad erfarenhet innebär i praktiken. Är det till exempel möjligt att beprövad erfarenhet kan motsäga de slutsatser som dras av det som

benämns vetenskaplig grund? Vilket ska i så fall väga tyngst i en skolpraktik? Beprövad erfarenhet bör även ställas i relation till praktikinära forskning, ett begrepp som vuxit fram sedan 1990-talet och som framhåller vikten av att forska i den egna praktiken snarare än om praktiken, något som konkretiseras i ett betänkande (SOU 1999:63, sid. 261):

*Forskning kommer att få en annan funktion och en annan inriktning när de yrkesverksamma både efterfrågar forskningsresultat och dessutom själva forskarutbildar sig och forskar för att utveckla den pedagogiska verksamheten.*

Om yrkesverksamma lärare även har en forskarutbildning, som det beskrivs i betänkandet ovan, är det då främst beprövad erfarenhet eller vetenskaplig grund som de utvecklar? Vid Skolinspektionens (2019) granskning av hur beprövad erfarenhet användes på 30 skolor runt om i landet är resultatet nedslående: förutsättningarna är inte goda för detta krav i skollagen. Skolinspektionen uppmanar i rapporten huvudmannen ”att se till att det finns strukturer som möjliggör att lärares erfarenheter kan utvecklas till beprövad erfarenhet”. Det tar dock tid och resurser i anspråk att dokumentera och utvärdera erfarenheter. I undervisningspraktiken jämför jag – så som presenterats i denna text – kontinuerligt digitala lärresurser med andra sätt att lära sig naturvetenskap och teknik, till exempel laborationer, övningsuppgifter, läsning av texter och studiebesök. Dessa erfarenheter delas med kollegor och när tiden medger dokumenteras erfarenheterna. Jag menar, likt Skolinspektionen (2019), att det är av stort värde att skapa tydliga strukturer för beprövad erfarenhet i svensk skola i syfte att förfina undervisningspraktiken.

## **Erfarenheter att diskutera**

Detta utvecklingsarbete visar bland annat att eleverna kan göra värdefulla metakognitiva reflektioner kring sitt lärande. De jämför fysiska och digitala resurser, med upplevda fördelar såväl som nackdelar. Elevernas reflektioner pekar dock åt två olika håll: det finns didaktiska vinster med att komplettera undervisningen med digitala lärresurser, men även presumtiva risker förknippade med att använda digitala lärresurser. Eftertesterna som genomfördes en månad efter genomförd undervisning visar att elever kan frestas att hoppa över det laborativa för att interaktiva simuleringar upplevs som bekvämare. Inga saker behöver tas fram eller plockas tillbaka, det räcker med att klicka på förinställda val av förutsättningar. Denna undersökning av digitala lärresurser visar alltså att det finns anledningar att vara vaksam. Att vårt utbildningssystem kan frestas av samma typ av bekvämlighet är något att diskutera ingående. Vad händer om det undersökande arbetssättet i form av digitala resurser i allt högre grad ersätter det fysiska laborationsmomentet? Hur påverkas lärandet på lång sikt av att elever inte

får hantera utrustningen och att fysiskt erfara tyngder, strukturer, färgförändringar, oförutsedda händelser mm? Det blir viktigt att synliggöra skillnaden mellan "bilder som skapas i hjärnan när vi läser en text" jämfört med de "färdiga bilder" som serveras i olika visualiseringar. Det är av stort värde att kontinuerligt stämna av hur eleverna förstår undervisningsinnehållet och utifrån deras respons justera det arbetssätt jag använder.

Läraren har ett ansvarsfullt uppdrag i användandet av digitala lärresurser på högstadiet eftersom elever ofta behöver mycket stöd för att förstå ämnesinnehållet. Ett ämnesdidaktiskt inriktat utvecklingsarbete har goda förutsättningar att vara en mer integrerad del av lärares undervisningspraktik, givet att tid och kompetens tillåter. Det tar till exempel tid med förberedelser och efterarbete, i detta fall handlar det om en faktor tre i relation till den faktiska tiden med eleverna. Men eftersom elevers förståelse av ämnesinnehållet är avgörande för kvaliteten på undervisningen bör denna tid vara väl investerad i ett långsiktigt perspektiv. Jag menar att den här typen av undervisningsutveckling är värdefull eftersom den erbjuder en konkretisering av skollagens krav på att utbildning ska vila på *både* vetenskap och beprövad erfarenhet.

## Referenser

- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Gregorcic, B., & Bodin, M. (2017). Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning. *Physics Teacher*, Vol. 55, (1): 25-28
- Haelermans, V.C. (2017). Digital Tools in Education: On Usage, Effects, and the Role of the Teacher. SNS förlag. Hämtad från <https://wwwsnsse.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2017/10/digital-tools-in-education.pdf>
- Håkansson, J., Sundberg, D. (2012). Forskning om undervisning och lärande. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:845765/FULLTEXT01.pdf>
- Jahnke, A. (2019). Utveckla utbildning: vetenskaplig grund, beprövad erfarenhet, tyst kunskap. Stockholm: Liber.
- Karlsson, G. (2015). Students' Joint Reasoning about Gas Solubility in Water in Modified Versions of a Virtual Laboratory. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 5(4), 66-76.
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford review of education*, 38(1), 9-24.
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1-24.

- Ng, H.K., Kalyuga, S. & Sweller, J. (2013) Reducing transience during animation: a cognitive load perspective, *Educational Psychology*, 33:7, 755-772, DOI: 10.1080/01443410.2013.785050
- Ottander, K. (2015). Digitala resurser i biologiundervisningen utmanar gymnasieelever och ökar intresset för ämnet. Skolportens numrerade artikelserie för utvecklingsarbete i skolan. Hämtad från <https://www.skolporten.se/app/uploads/2015/04/Undervisning-L%C3%A4rande-nr-5-2015.pdf>
- Regeringen (2015). Gör Sverige i framtiden – digital kompetens. SOU 2015:28. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2015/03/sou-201528/>.
- Rönnerman, K. (2011). Aktionsforskning – kunskapsproduktion i praktiken. *Forskning om undervisning och lärande* 5:50-63.
- Selander, S. (2017). *Didaktiken efter Vygotskij: design för lärande*. Liber. SFS 2010: 800. Svensk skollag. Stockholm: Utbildningsdepartementet
- Skolforskningsinstitutet (2018). Digitala lärresurser i matematikundervisningen. <https://www.skol.fi.se/wp-content/uploads/2017/11/Fullst%C3%A4ndig-rapport-delrapport-skola-pdf.pdf>
- Skolverket. (2012). Promemoria om vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet.
- Skolverket. (2013). *Forskning för klassrummet. Vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet i praktiken*. <https://www.skolverket.se/publikationsserier/forskning-for-skolan/2013/forskning-for-klassrummet>
- Skolinspektionen (2019). *Vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet - förutsättningar och arbetsformer i grundskolan*.
- Skolverket. (2018). Läroplan för grundskolan. Stockholm. Hämtad från <https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/laroplan-lgr11-for-grundskolan-samt-for-forskoleklassen-och-fritidshemmet>
- Son, J. Y. (2016). Comparing physical, virtual, and hybrid flipped labs for general education biology. *Online Learning*, 20(3), 228-243.
- SOU 1999: 63. Att lära och leda. En lärarutbildning för samverkan och utveckling. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- Tibell, L., Höst, G., Schönborn, K., & Bohlin, G. (2012). Att in Se- om visualisering i biologiundervisningen. Nationellt resurscentrum i biologi och bioteknik. Hämtad från [https://bioresurs.uu.se/wp-content/uploads/2016/09/bilagan2012\\_3\\_attinseomvisualiseringibiologiundervisningen.pdf](https://bioresurs.uu.se/wp-content/uploads/2016/09/bilagan2012_3_attinseomvisualiseringibiologiundervisningen.pdf)
- Utbildningsdepartementet. (2017). Nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet. <https://www.regeringen.se/4a9d9a/contentassets/00b3d9118b0144f6bb95302f3e08d11c/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolvasendet.pdf>

## Bilaga 1 Eftertestfrågor

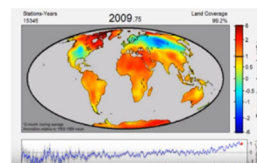
1. På vilka sätt gör de interaktiva simuleringar vi använde, till exempel skateboardåkaren, att du lärt dig om tex energiomvandlingar?



2. På vilka sätt gör den AR vi använde i Youtubeklippet att du förstår väderrapporter om tex översvämningar?



3. På vilka sätt påverkar de animeringar vi använde om 200 års medeltemperaturer att du lär dig om temperatur- och klimatförändringar?



## Författarpresentation



Ingela Bursjö är legitimerad lärare för högskolan och gymnasiet i kemi, biologi, fysik, naturkunskap, teknik och matematik och disputerad i naturvetenskap med inriktning mot utbildningsvetenskap. Ingela arbetar för närvarande halvtid på vardera en högstadieskola och på Göteborgs universitet.



# Kollegialt lärande i naturvetenskap och teknik med Skolverkets moduler

Karin Bårman, Mats Hansson, Johnny Häger & Mats A Hansson

Skolverket

## Sammanfattning

På Skolverkets lärportal finns idag 23 moduler i naturvetenskap, hållbar utveckling och teknik för förskolan, grundskolan, grundsärskolan och gymnasieskolan. Modulerna har en enhetlig struktur och utformning och är avsedda för att användas i handledt kollegialt lärande. Modulerna tar upp olika ämnesområden med utgångspunkt i behov som identifierats i styrdokumentsändringar, didaktisk forskning och önskemål från målgrupperna. Exempel på moduler är "Väder och klimat", "Förmågan att granska, kommunicera och ta ställning" samt "Teknikens förändring och dess konsekvenser". I framtagningen av modulerna har en utgångspunkt varit beskrivningar av kollegialt lärande inom forskningen, exempelvis av Helen Timperley. Dessutom har erfarenheter av liknande utbildningsmaterial för kollegialt lärande som till exempel de moduler som använts i Matematiklyftet och Läsllyftet, legat till grund. Formativ bedömning, digital kompetens, motivationsskapande, ledarskap och interaktion samt språk - och kunskapsutvecklande arbetssätt är gemensamma perspektiv som finns i samtliga moduler. Utöver dessa finns perspektiv som särskilt betonas i vissa moduler som exempelvis det holistiska förhållningssättet i modulerna om hållbar utveckling. Möjligheterna att på lärportalen hitta utbildningsmaterial för olika innehåll i det kollegiala lärandet i naturvetenskap, hållbar utveckling och teknik är nu tämligen goda. Förhoppningen är att strukturer för kollegialt lärande etableras i skolverksamheten så att möjligheten att använda modulerna kommer att finnas framöver och att modulerna därmed kan stödja en fortsatt utveckling av undervisningen i naturvetenskap, teknik och hållbar utveckling.

## Bakgrund

Hösten 2012 fick Skolverket i uppdrag att under åren 2012-2016 planera och genomföra systematiska utvecklingsinsatser i naturvetenskap och teknik. Målet för insatserna var att öka måluppfyllelsen och intresse för vidare studier i naturve-

tenskap och teknik. Uppdraget omfattade förskolan, förskoleklassen, grundskolan och gymnasieskolan. Teknikämnet i grundskolan skulle särskilt uppmärksammas.

Skolverket arbetade tillsammans med representanter från skolans hela styrkedja, allt från lärare till huvudmän, för att identifiera utvecklingsbehov i naturvetenskap och teknik. Erbjudandet om en kostnadsfri utbildning för NT-lärare gick ut till skolhuvudmän så att dessa möjligheter skulle uppmärksammas vid huvudmannens planering av utvecklingsarbetet inom naturvetenskap och teknik.

För att stärka och stödja verksamheten i naturvetenskap och teknik i förskolan, förskoleklassen och grundskolan och skapa hållbara nätverk för kollegialt lärande utbildade Skolverket tillsammans med lärosäten, lärare och förskollärare till så kallade NT-utvecklare. Skolverket uppdrog åt ett antal lärosäten att genomföra både handledarutbildning och ämnesdidaktiska dagar för deltagarna samt att Skolverket ansvarade för gemensamma dagar med ämnesdidaktiskt innehåll både i naturvetenskap och teknik. Det togs dessutom fram texter och arbetsuppgifter som lades tillgängliga på Skolverkets hemsida.

I slutet av uppdraget samlades en referensgrupp med lärare och skolledare från grundskolan, både personer som varit involverade i NT-satsningen och andra, för att diskutera hur undervisningsstödet skulle kunna utvecklas vidare. Diskussionerna sammanfattades med att det skulle vara en fördel om det fanns moduler inom naturvetenskap och teknik, precis som inom Matematiklyftet och Läslyftet. Detta blev starten på arbetet med att ta fram moduler i naturvetenskap och teknik.

## **Kollegialt lärande för att utveckla undervisningen**

*Kollegialt lärande* är en sammanfattande term som används för olika former av kompetensutveckling där kollegor lär av varandra genom strukturerat samarbete. Grundtanken bygger på att en grupp kollegor får uppgifter att lösa, diskutera och sedan reflektera över med stöd av en handledare. Modulerna är utformade för att vara ett material som kan användas vid kompetensutveckling utifrån en sådan kompetensutvecklingsmodell. Inom forskningen finns stöd för att kompetensutveckling genom kollegialt lärande som utförs systematiskt och över tid har stor chans att göra varaktigt avtryck i en verksamhet (Timperley, 2013).

Skolverket har tagit fram modulerna i samarbete med forskare och sakkunniga runt om i landet. Varje modul innehåller texter, filmer samt stöd för diskussion, planering och uppföljning. Inom ramen för modulen ska deltagarna diskutera undervisningssituationer och didaktiska frågor, lyfta utmaningar och möjligheter kopplade till den aktuella undervisningssituationen samt planera och genomföra aktiviteter i undervisningen. Målet är att deltagarna ska reflektera över vad de gör och tillsammans utveckla undervisningen och verksamheten.

En styrka med att använda modulerna är att texter och filmer kan lyfta såväl ett ämnesinnehåll som ett ämnesdidaktiskt innehåll. Detta genom att bland annat behandla sådant som förhållningssätt utifrån det didaktiska innehållet i relation till undervisningskontexten.

Modulerna kan lyfta olika perspektiv och ge stöd till den enskilde läraren att reflektera över egen undervisning, men det viktigaste är det kollegiala lärandet som sker när lärare tillsammans utvecklar undervisningen. En annan styrka är att modulerna ger utgångspunkter för ämnesdidaktisk fördjupning och för utveckling av ett gemensamt yrkesspråk.

Utmaningar med den kompetensutvecklingsmodell som modulerna är anpassade för kan vara att det finns få lärare inom ett ämnesområde på en skola eller hos en huvudman. Att det krävs tillgång till handledare om kompetensutvecklingsmodellen ska fungera riktigt bra är också en utmaning. Om skolan genomför en eller två moduler per år så är det också en omfattande insats som krävs men eftersom arbetstakten inte styrs av ramarna för statsbidrag för modulanvändning så finns det möjlighet för skolan att själv välja den takt i vilken modulen följs.

## **Modulens utformning**

En modul består av flera delar som ska läsas i ordning, från första delen till sista delen. Varje del består i sin tur av fyra moment (A-D) som innehåller (A) individuell förberedelse, (B) kollegialt arbete, (C) genomförande av lektion/aktivitet samt (D) uppföljning och reflektion. De flesta modulerna på Lärportalen består av åtta delar och tar 30 timmar att genomföra plus den tid som krävs för de aktiviteter som genomförs i den ordinarie undervisningen.

Gemensamt för samtliga moduler är att de innehåller de didaktiska perspektiven *formativt förhållningssätt, motivationsskapande, språk- och kunskapsutvecklande arbetssätt, ledarskap och interaktion samt digital kompetens*. De didaktiska perspektiven, som beskrivs nedan, kan tas upp i särskilda delar av modulerna eller integreras helt i modultexter där också annat innehåll tas upp.

### ***Formativt förhållningssätt***

Formativ bedömning är framskrivet i modulerna som ett redskap för att öka elevers måluppfyllelse. För lärares arbete kan formativ bedömning ge viktiga utgångspunkter för undervisningen genom att ta reda på elevers förförståelse inom det aktuella området för att sen kunna utforma och anpassa undervisningen. Utifrån kontinuerlig uppföljning får läraren möjlighet att utvärdera undervisningen och se elevernas resultat i ljuset av uppställda mål. Genom att läraren tillsam-

mans med eleven uppdaterar bilden av var eleven befinner sig i sin kunskapsutveckling, i relation till styrdokumentens mål och kunskapskrav, kan strategier för den vidare kunskapsutvecklingen läggas upp (Black & William, 1998). Utifrån detta ges möjlighet att förändra undervisningen för att på ett bättre sätt stödja elevers kunskapsutveckling. Det är viktigt att eleverna är medvetna om mål och kvalitativa skillnader i kunskapskraven. För att eleven ska utvecklas i relation till de mål som satts upp behöver läraren hjälpa eleven att förstå lärandemålen, utforma situationer som stöttar eleven i dennes kunskapsutveckling samt ge framåtsyftande återkoppling som stöd för elevens fortsatta kunskapsutveckling (William, 2013). Här kan även moment med kollaborativt lärande, kamratbedömning och att verka för elevens ägande av sitt eget lärande lämna bidrag i den fortsatta kunskapsutvecklingen (William, 2013).

### **Motivationsskapande**

Perspektivet motivationsskapande är viktigt i modulerna för att utveckla en undervisning som bidrar till ett ökat och fortsatt intresse för naturvetenskap och teknik. Motivation brukar delas in i yttre och inre motivation, där yttre motivation handlar om någon form av belöning, exempelvis beröm eller betyg. Inre motivation handlar om en individs egen inre drivkraft att exempelvis lära sig något, utan några större behov av yttre motivation. Wery & Thomson (2013) menar att den inre drivkraften eller motivationen är den viktigaste för ett livslångt lärande. Bakom ökad motivation ligger läraren och förhållandet mellan läraren och eleverna. Entusiasm, rättvisa och uppmuntran, men också elevens tillit till och respekt för läraren är viktiga delar för ökad motivation (Oskarsson, 2012).

### **Språk- och kunskapsutvecklande arbetssätt**

Modulerna lyfter också fram språkets betydelse för att stödja lärare i att utveckla arbetssätt som främjar elevers språk- och kunskapsutveckling inom ämnesområdena naturvetenskap och teknik. Att arbeta med ett språk- och kunskapsutvecklande arbetssätt bidrar till att elevers förutsättningar för att lära sig ämnesinnehållet, förstå naturvetenskapens och teknikens verksamhet samt att utveckla sin förmåga att resonera kring och ta ställning i frågor som rör naturvetenskap, teknik, individ och samhälle ökar (Skolverket, 2012).

### **Ledarskap och interaktion**

Ledarskap och interaktion i klassrummet är ett perspektiv som är närvarande i modulerna. Läraren har ett särskilt ansvar för att organisera arbetet så att elever upplever lärandet som meningsfullt. Pedagogiskt ledarskap omfattar lärarens förmåga att visa att hon eller han har höga förväntningar på varje elev, förmåga

att engagera, skapa sammanhang för elevers lärande samt kunna anpassa undervisningsinnehåll utifrån elevers förutsättningar och behov (Skolinspektionen, 2012). Genom att välja, använda och anpassa olika arbetssätt i olika situationer kan eleven utmanas i sitt lärande. Det är viktigt att eleven känner sig delaktig i sin egen utbildning och att läraren har förmåga att stimulera och ge utmaningar som ligger lite högre än elevens egna förväntningar på sig själva.

### **Digital kompetens**

Digital kompetens är ytterligare ett perspektiv som har lyfts in i modulerna. För att ta tillvara de möjligheter som digitaliseringen ger, behövs metoder och innehåll som är anpassade till och utvecklade för undervisning med digitala verktyg. Det kan behövas kompetensutveckling i och stöd för att kunna avgöra när och till vad digitala verktyg kan förbättra undervisningen och elevernas lärande. Aktiviteterna i modulerna bidrar med perspektiv på hur digitala verktyg kan användas då barn och elever möter och samspelar med dessa i kunskapsutvecklingen.

### **Moduler för lärare som undervisar i teknik i grundskolan**

I Skolinspektionens rapport om teknikämnet (Skolinspektionen, 2014) beskrivs det att teknikämnet är osynligt, upplevs som ganska ointressant och att det sker en hel del oreflekterat görande i undervisningen. Utifrån de behov som identifierats i bland annat nämnda rapport, beslutades att moduler skulle tas fram för att genom att stödja kollegialt lärande bidra till utveckling av undervisningen i teknikämnet i grundskolan.

För teknikämnets räkning planerades tre moduler: Teknikens förändring och dess konsekvenser, Innovation och konstruktion och Den digitala världen.

#### **Modulen: Teknikens förändring och dess konsekvenser**

Modulen, som vänder sig till alla lärare i grundskolan, åk 1-9, handlar om två av de fem förmågorna i teknikämnets kursplan, förmågan att

- värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö, och
- analysera drivkrafter bakom teknikutveckling och hur tekniken har förändrats över tid.

I innehållet i modulen visas ett urval av sätt att tänka kring teknikens historia och på möjligheter till att bearbeta den ur olika perspektiv, både på egen hand, tillsammans med kollegor och med elever. Ambitionen med modulen är att ge redskap för att planera och genomföra undervisning i teknik på ett målinriktat sätt,

som leder till att elever har större möjligheter att utveckla dessa båda förmågor och nå högre grad av måluppfyllelse.

Modulen som helhet rör sig över ett brett historiskt spektrum: då, nu och sedan. Den handlar dock inte enbart om när viss teknik uppfanns, vilka år eller epoker som kan identifieras. Snarare om varför den tekniska förändringen går till som den gör, vad som driver den framåt och vilka effekter detta får på individer, miljö och samhälle. Och vice versa – hur vi och vårt samhälle påverkar den tekniska förändringen. Det är således en ständig växelverkan mer än att en händelse leder till en annan.

### **Modulen: Innovation och konstruktion**

Syftet med modulen är att belysa vikten av att låta eleverna träna sina förmågor i att identifiera och analysera tekniska lösningar utifrån ändamålsenlighet och funktion. Dessutom ska eleverna ges möjlighet att identifiera problem och behov som kan lösas med teknik samt att utarbeta förslag till lösningar. Ett vidare syfte med modulen är att ge förslag på hur detta kan gestaltas, konkretiseras och visualiseras i skolan.

Då en framträdande del i teknikämnets syftestext handlar om att åstadkomma lösningar på behov eller problem som människan ställs eller har ställts inför ligger det i ämnets natur att behandla innovationer och sökandet efter lösningar bland annat genom att konstruera saker. Modulens olika delar behandlar bland annat entreprenörskap, innovationer, konstruktionsarbete i skolan och frågan om hållbarhet gällande bland annat produktion. Texterna innehåller förutom forskning och fakta flera förslag på övningar att göra i undervisningen. En framkomlig väg till att skaffa sig kunskaper om olika sätt att lösa behov eller problem är att bland annat studera de lösningar som finns runt omkring oss. De artefakter som vi dagligen använder ger en god bild av bland annat funktioner, mekanismer och materialval.

### **Modulen: Den digitala världen**

2017 reviderades grundskolans läroplan och kursplaner. Användning av digitala verktyg skrevs in på flera ställen. I samband med detta infördes programmering som en del av det centrala innehållet för teknikämnet. Även elektronik som ämnesområde fick en del nya skrivningar och ska kopplas ihop med programmering. Modulen ”Den digitala världen”, som finns för åk 4-6 och 7-9, har till syfte att ge stöd för undervisning inom teknikämnet och digitaliseringens möjligheter, elektronik och programmering. Texterna innehåller förutom forskning och fakta flera förslag på övningar att göra i undervisningen.

I de olika delarna beskrivs bland annat hur den digitala världen påverkar samhället och oss människor. Vidare behandlas datorernas insteg i skolan och

hur användandet där har förändrats över tid i takt med att hårdvaran blivit allt enklare att använda. Modulens huvudfokus är elektronik och programmering.

Elektronik som ämnesinnehåll ska tas upp redan i åk 4-6. Texterna i modulen är skrivna för att ge en god bild av vad elektronik handlar om samt hur undervisning i elektronik kan gestalta sig i skolan. Texterna är kompletterade med ett antal enkla övningar på en målgruppsanpassad nivå.

Programmering i teknikämnet kan koppla till styrning och reglering. Därigenom blir elektronik naturlig del i programmeringen. Bland annat kan sensorer som mäter olika storheter som exempelvis temperatur, rörelse eller ljus och hanteras av datorer tas upp som en viktig del i den digitaliserade omvärld vi lever i. Teknikämnet kan konkretisera och visualisera detta och modulen ger stöd för det i flera delar.

## **Moduler för lärare som undervisar i naturvetenskap i grundskolan**

Syftestexten i kursplanerna för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan avslutas med tre långsiktiga mål. De är formulerade som förmågor som undervisningen ska ge eleverna förutsättningar att utveckla.

Eleverna ska ges förutsättningar att utveckla förmågor att använda kunskaper i naturvetenskap för att granska information, kommunicera och ta ställning i olika frågor som rör naturvetenskap (inom biologi: hälsa, naturbruk och ekologisk hållbarhet; fysik: energi, teknik, miljö och samhälle; kemi: energi, miljö, hälsa och samhälle), genomföra systematiska undersökningar i de naturvetenskapliga ämnena, och använda naturvetenskapernas begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara olika samband i människokroppen, naturen och samhället.

Skolinspektionen har i två av sina kvalitetsgranskningar (Skolinspektionen, 2010b, Skolinspektionen, 2012b) visat på brister i undervisningen i naturvetenskap. I rapporten "Den blev blå men varför då" (Skolinspektionen, 2012b) såg man att eleverna i nästan hälften av de granskade skolorna inte fick möta en NO-undervisning rörande naturvetenskapliga arbetssätt. Många skolor hade ett alltför stort fokus på att bara låta eleverna få utföra undersökningar. Eleverna fick inte heller tillräckliga möjligheter att också reflektera över vad det är de har gjort och vad kunskapen kan innebära.

En annan Skolinspektionsrapport "Fysik utan dragningskraft" (2010b) visade att i flera av de granskade skolorna bedömde Skolinspektionen att fysikundervisningen inte bedrevs på ett sätt som gjorde det möjligt för eleverna att utveckla alla de kunskaper och förmågor som de ska enligt den nationella kursplanen. På de allra flesta granskade skolor fick faktakunskaper som ryms inom kursplanens område natur och människa mycket stort utrymme, på bekostnad av

undervisning om den naturvetenskapliga verksamheten och kunskapens användning.

Det visade sig också att många elever inte såg någon mening med att lära sig fysik. Eleverna tyckte att ämnet var svårt och att fysikundervisningen var enformig. Ett stort problem var att lärarna i de granskade skolorna inte tog reda på eller hänsyn till vad eleverna är intresserade av i fysik. Eleverna kunde inte heller påverka arbetssätt eller arbetsformer och de fick sällan utvärdera fysikundervisningen och att majoriteten av lärarna i de granskade skolorna inte mötte varje elev på rätt nivå, utan genomförde undervisningen utifrån en slags medelnivå för undervisningsgruppen.

För åk 1-3 togs en modul fram, en modul som innefattar alla de tre förmågorna. För åk 4-6 och åk 6-9 togs moduler fram som fokuserade på varje enskild förmåga.

### ***Modulen: Förmågor i naturvetenskap, åk 1-3***

Modulen syftar till att ge utgångspunkter för att reflektera över undervisningen när det gäller att utveckla elevernas förmågor i de naturvetenskapliga ämnena. Ett stort fokus i modulen är elevernas språk- och kunskapsutveckling. Till innehållet hör utgångspunkter för reflektion över vilka samtal och undersökningar som är lämpliga att göra med elever i skolans tidigare åldrar, hur elevernas intresse för naturvetenskap kan fångas och vidmakthållas, på vilka sätt eleverna kan dokumentera sina undersökningar då eleverna inte hunnit utveckla ett skriftspråk och på vilka sätt eleven kan närma sig och införliva nya naturvetenskapliga begrepp i sin vokabulär.

### ***Modulen: Förmåga att granska information, kommunicera och ta ställning, för åk 4-6 och åk 7-9***

Modulen syftar till att ge utgångspunkter för reflektion över undervisningen när det gäller att genom stöd för kollegialt lärande utveckla undervisningen som syftar till att stärka elevernas förmåga att granska, kommunicera och ta ställning. Vilka intressanta utgångspunkter för diskussioner kan vara lämpliga för åldersgruppen? På vilket sätt kan ett inkluderande klimat skapas i klassrummet, där alla elever vill och törs bemöta åsikter och argument på ett sätt som för diskussionerna framåt och fördjupar eller breddar dem? Vilka arbetssätt kan vara lämpliga för att eleverna ska bli utveckla sin förmåga att söka och finna information från olika källor och källkritiskt granska trovärdigheten i dem?

### **Modulen: Förmåga att genomföra systematiska undersökningar, åk 4-6 och åk 7-9**

Modulen syftar till att ge lärare utgångspunkter till det kollegiala lärandet när det gäller att i undervisningen utveckla elevernas förmåga att genomföra systematiska undersökningar i de naturvetenskapliga ämnena. Hur fångas elevernas intresse att vilja göra undersökningar? Vilka strategier finns för att få eleverna att förstå vad en systematisk undersökning innebär? Vilka frågor kan besvaras genom att göra en systematisk undersökning? Hur öppna kan laborationer vara och vilken stöttning behöver eleverna för att kunna genomföra en systematisk undersökning? Vilka undersökningar passar som hemuppgifter? Hur stöttas eleverna till att kunna dokumentera, tolka och värdera sina resultat? Vilka undersökningar passar som hemuppgifter? Hur stöttas eleverna till att kunna dokumentera, tolka och värdera sina resultat? Vilka digitala hjälpmedel kan underlätta en systematiks undersökning? Hur ser progressionen ut, vad kan man förvänta sig att i åk 6 kan behärska jämfört med elever i åk 9?

### **Modulen: Förmåga att använda begrepp, modeller och teorier, åk 4-6 och åk 7-9**

Modulen syftar till att ge utgångspunkter för reflektion över undervisningen när det gäller att utveckla elevernas förmåga att använda naturvetenskapliga begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara naturvetenskapliga samband i människokroppen, naturen och samhället. Då modeller och representationer är vanligt förekommande i undervisningen i naturvetenskap ger materialet stöd till att göra medvetna val i användningen av olika modeller och representationer i undervisningen för att därmed underlätta för elevers lärande.

## **Moduler för lärare i som undervisar i naturvetenskap i grundskolan och grundsärskolan**

### **Modulen: NO och verklighetsuppfattning**

Modulen "NO och verklighetsuppfattning" vänder sig till lärare som undervisar i grundsärskolan med inriktning mot ämnen och ämnesområden. Den har tagits fram efter återkommande önskemål från målgruppen och även utifrån att Skolverket i andra aktiviteter har inriktat framtagningen av kompetensutvecklingsstöd mot specialpedagogiska perspektiv. I modulens inledande del ges en översikt över naturvetenskapens didaktik i behandlingen av "big ideas in science education". I följande delar av modulen behandlas teman såsom kropp och hälsa samt

hållbar utveckling. Tillgänglighet, anpassningar, olika sätt att möta naturvetenskapliga frågor och olika sätt att uttrycka en kunskapsutveckling är viktiga perspektiv i modulen.

## **Moduler för lärare som undervisar i naturvetenskap i gymnasieskolan**

### ***Modulen: Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll***

”Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll” (SNI) är en modul som bygger på det didaktiska ramverket socioscientific issues, SSI och dess tillämpning i gymnasieskolans naturvetenskapliga ämnen. Ramverket erbjuder verktyg och ger argument för att arbeta med aktuella och värdeladdade frågor i den naturvetenskapliga undervisningen. En utgångspunkt för modulframtagningen var att materialet skulle erbjuda ett stöd för kollegialt lärande där olika perspektiv på sammanhanget för de naturvetenskapliga kunskaperna. Att sätta in de naturvetenskapliga kunskaperna i ett sammanhang och att arbeta undersökande är behov som lyfts i skolinspektionsrapporter (Skolinspektionen, 2015). SNI-modulen erbjuder verktyg för att möta dessa behov.

### ***Modulen: Modeller och representationer***

Modulen ”Modeller och representationer” ger utgångspunkter för diskussioner kring ett viktigt innehåll i den naturvetenskapliga undervisningen - arbetet med modeller för naturvetenskapliga fenomen. Att detta område är viktigt framgår i de centrala innehållen för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan. Det kan dock vara en utmaning att arbeta med modeller då det finns många olika sätt att representera dessa visuellt eller i text. Olika representationer kan ha olika betoningar och de val som görs utifrån undervisningskontexten kan ligga till grund för intressanta och värdefulla diskussioner i det kollegiala lärande. Visualiseringar är viktiga verktyg i den naturvetenskapliga undervisningen så frågor om hur dessa används, vad de ska illustrera och varför detta ska göras kan problematiseras i arbetet med modulen.

### ***Modulen: Kommunikation i naturvetenskapliga ämnen***

Modulen ”Kommunikation i naturvetenskapliga ämnen” syftar till att ge lärare utgångspunkter för språk- och kunskapsutvecklande arbetssätt i relation till naturvetenskapliga ämnen. I modulen ges perspektiv på kommunikationens roll i

undervisningen i naturvetenskapliga ämnen, exempelvis utifrån skillnaden mellan vardagsspråk och naturvetenskapligt språk. I modulens undervisningsaktiviteter ges olika utgångspunkter för språk och kunskapsutvecklande arbetssätt.

### **Modulen: Väder och klimat**

När styrdokumentet ändrades i och med Gy 2011 så togs kursen naturkunskap A bort från timplanen för det naturvetenskapliga programmet. Innehållet i naturkunskap A fördelades på de naturvetenskapliga kurserna och i och med detta blev väder och klimat ett innehåll i kursen fysik 1. Mötet mellan det naturvetenskapliga innehållet och värderingar inom området väder och klimat ger didaktiska utmaning även inom andra naturvetenskapliga kurser än fysik 1.

I modulen "Väder och klimat" finns delar med starkare koppling till fysikämnet såsom delen "Hur bildas väder?" men också delar som "Mitigation" som är inriktade mot lärare som undervisar i olika naturvetenskapliga ämnen. Modulen som helhet kan ligga till grund för kollegialt lärande i en lärargrupp som undervisar i olika naturvetenskapliga ämnen.

### **Modulen: Medicin, hälsa och ohälsa**

Ytterligare styrdokumentsändringar i samband med Gy 2011 var att innehållet medicin skrevs i kursen biologi 2 och att innehåll om hälsa förstärktes i kursen naturkunskap 1 jämfört mot den tidigare kursen naturkunskap A. Under tiden som modulen planerades intensifierades diskussionen om ungas hälsa och ohälsa i samhället och i skolan som bland annat resulterade i satsningar på hälsofrämjande skolutveckling kring 2018. Utgångspunkter som dessa låg till grund för att ta fram modulen "Medicin, hälsa och ohälsa" som vänder sig till lärare som undervisar i naturvetenskapliga ämnen samt i kursen medicin.

Modulen innehåller såväl didaktiska perspektiv på läkemedel som etiska perspektiv i klassrummet.

### **Modulen: Digitala verktyg i naturvetenskapsundervisningen**

När styrdokumentet 2017 reviderades med avseende på innehåll av skrivningar om digital kompetens så intensifierades diskussionerna om utgångspunkter för arbete med digitala verktyg. Modulen som togs fram för att stödja lärare i att reflektera över arbete med digitala verktyg i naturvetenskapsundervisningen utgår ett reflektionsverktyg, T-CoRe, som har utgångspunkter i TPACK, en modell för teknisk, pedagogisk och ämnesdidaktisk kunskap. Med stöd i detta reflektionsverktyg kan lärare som undervisar i naturvetenskapliga ämnen arbeta kollegialt med kompetensutveckling kring och utveckling av undervisning där digitala verktyg används.

## Moduler i hållbar utveckling för lärare som undervisar i grundskolan åk 7-9 samt i gymnasieskolan

Hållbar utveckling har förts fram som ett område för skolutveckling under många år av målgrupperna. Styrdokumenten för grund- och gymnasieskolan ger rikligt med utgångspunkter i såväl de övergripande delarna som i de enskilda kurs- och ämnesplanerna. Att arbeta utifrån, för kurser och ämnen gemensamma innehåll kan kräva samordning av såväl innehåll som arbetssätt och arbetsformer och därför togs material fram som vänder sig till alla lärare i grundskolans årskurs 7-9 samt till alla lärare i gymnasieskolan. I modulerna ”Hållbar utveckling” för åk 7-9 och för gymnasieskolan finns utgångspunkter för att samordna sitt arbete med lärande för hållbar utveckling i kollegialt lärande i arbetslag och programarbetslag. Modulerna erbjuder exempelvis kompetensutvecklingsstöd när det gäller arbetssätt och arbetsformer och när det gäller att organisera ett ämnesövergripande arbete.

### Diskussion

Skolverkets moduler i naturvetenskap, teknik och hållbar utveckling erbjuder stöd för kompetensutveckling och verksamhetsutveckling genom kollegialt lärande inom många områden och för de flesta målgrupper. Möjligheten att på lärportalen hitta strukturerat material som lämpar sig för handlett kollegialt arbete i naturvetenskap, hållbar utveckling och teknik i syfte att utveckla kollektiv kompetens och verksamhet är god. Många lärare har erfarenhet av kollegialt lärande utifrån tidigare satsningar som det statsbidragsfinansierade matematiklyftet (Ramböll, 2016). Men utifrån möten med målgrupperna har det framkommit att det inte är lika många som har arbetat med kollegialt lärande utifrån modulerna i naturvetenskap, teknik och hållbar utveckling som fallet är i de statsbidragsfinansierade insatserna. En förhoppning är att kollegialt lärande kan komma att etableras som ett återkommande inslag i skolutvecklingskulturen så att lärare, även i fall då statsbidrag inte finns att söka för satsningar på lärarens kollegiala lärande, har möjlighet att arbeta med moduler från Skolverkets lärportal, utifrån de behov som identifierats i den lokala verksamheten.

En ytterligare etablering av kollegialt lärande i skolutvecklingskulturen skulle kunna bidra till en ökad användning av modulerna i naturvetenskap, teknik och hållbar utveckling och att genom dessa material ge utgångspunkter till att utveckla möjligheterna att erbjuda eleverna en inspirerande undervisning av god kvalitet utifrån styrdokumenten. Och dessutom ges möjligheter, då materialen på lärportalen används, till strukturerade kollegiala utbyten kring didaktiska frågor och gemensamt utvecklingsarbete vilket lärare har uttryckt är värdefullt och inspirerande.

## Referenser

- Black, P. & William, D. (1998). *Assessment and Classroom Learning. Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 5(1), 7-74
- Jönsson, A., Ekborg, M., Lindahl, B. och Löfgren, L. (2013). *Bedömning i NO*. Lund: Gleerups
- Oskarsson, M. (2012). *Viktigt, men inte för mig. Ungdomars identitetsbygge och attityd till naturvetenskap*. Linköping: Linköping University
- Ramböll. (2016). *Slututvärdering av Matematiklyftet 2013-2016*. Hämtat från <https://www.skolverket.se/getFile?file=3705>
- Skolinspektionen. (2010a). *Framgång i undervisningen*. Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/o-si/o8-om-oss/sammanfattning-forskningsoversikten.pdf>
- Skolinspektionen. (2010b). *Fysik utan dragningskraft*. Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskning-rapporter/kvalitetsgranskningar/2010/fysik-gr/slutrapport-undervisningen-fysik.pdf>
- Skolinspektionen. (2012a). *Rektors ledarskap*. Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/o-si/o1-inspektion/kvalitetsgranskning/rektor2/samf-rektors-ledarskap-2012.pdf>
- Skolinspektionen. (2012b). *Den blev blå men varför då?* Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskning-rapporter/kvalitetsgranskningar/2012/no/kvalgr-no-slutrapport.pdf>
- Skolinspektionen. (2014). *Gör det osynliga synligt*. Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskning-rapporter/kvalitetsgranskningar/2014/teknik/kvalgr-teknik-slutrapport.pdf>
- Skolinspektionen. (2015). *Alla redo för högskolan*. Hämtat från <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskning-rapporter/kvalitetsgranskningar/2015/gymnasiearbetet/gymnasiearbetet-rapport.pdf>
- Skolverket. (2012). *Greppa språket*. Hämtat från <https://www.skolverket.se/publikationsserier/forskning-for-skolan/2012/greppa-spraket-amnesdidaktiska-perspektiv-pa-flersprakighet?id=2573>
- Skolverket. (2016). *Känslor - en viktig del av lärandet*. Hämtat från <https://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/forskning/kanslor-en-viktig-del-av-larandet>
- Timperley, H. (2013). *Det professionella lärandets inneboende kraft*. Lund: Studentlitteratur.
- Wery, J. & Thomson, M. M. (2013). *Motivational strategies to enhance effective learning in teaching struggling students - a Support for Learning*. 28(3), 104-105.
- William, D. (2013). *Att följa lärande – formativ bedömning i praktiken*. Lund: Studentlitteratur.

## Författarpresentation



Karin Bårman arbetar som undervisningsråd på Skolverket, Skolutvecklingsavdelningen, enheten för ämnesdidaktik, NT-gruppen.



Mats Hansson arbetar som undervisningsråd på Skolverket, Skolutvecklingsavdelningen, enheten för ämnesdidaktik, NT-gruppen.



Johnny Häger arbetar som undervisningsråd på Skolverket, Skolutvecklingsavdelningen, enheten för ämnesdidaktik, NT-gruppen.



Mats A Hansson arbetar som undervisningsråd på Skolverket, Skolutvecklingsavdelningen, enheten för ämnesdidaktik, NT-gruppen.

# Kontextbaserad problemlösning inom ämnesområdet läkemedel

Camilla Christensson  
Katedralskolan, Lund  
Karolina Broman  
Umeå universitet

## Sammanfattning

För att öka intresset för kemi hos elever och visa på ämnets relevans, har det visat sig viktigt att eleverna får chans att se att kemin finns i vardagen och inte enbart i klassrummet. Detta kan göras genom att sätta kemin i ett sammanhang, så kallade kontexter. Genom erfarenheter från tidigare studier, där kontextbaserade uppgifter utvecklats, har vi utgått från 15 kontextbaserade uppgifter inom fem olika ämnesområden (läkemedel, bränsle, tvål och rengöringsmedel, energidrycker samt fetter) i tre olika sammanhang (personlig, samhällelig samt professionell kontext). Det visade sig att gymnasieelever uppfattade ämnesområdet läkemedel som både mest intressant och mest relevant, och att de föredrog att lösa uppgifter relaterade till en personlig kontext. I denna uppföljande studie har vi valt att titta närmare på och analysera hur gymnasieelever har löst dessa uppgifter inom ämnesområdet läkemedel. Vilka kemiska begrepp och resonemang använder eleverna? Hur stor roll spelar den personliga, samhällliga respektive professionella kontexten för deras lösningar? Många elever använde kemiska begrepp och resonemang om löslighet, funktionella grupper, polaritet och olika kemiska bindningar. En del elever förde mer avancerade resonemang och använde kemiska begrepp som protolys av fenoler och resonansstruktur. Kontexterna påverkade en del elevers svar. Några elever förde kemiska resonemang som inte besvarade frågan i uppgiften, andra använde till exempel medicinska begrepp och resonemang eller drog slutsatser om miljökonsekvenser istället för att föra kemiska resonemang. Avslutningsvis diskuteras reflektioner om att använda kontextbaserade kemiuppgifter om läkemedel på gymnasiet.

## Kontextbaserade uppgifter om läkemedel

För att öka intresset för kemi hos elever och visa på ämnets relevans, har det visat sig vara viktigt att eleverna får chans att se att kemin finns i vardagen och inte

enbart i klassrummet. Detta kan göras genom sammanhang, så kallade kontexter. En fullständigt kontextbaserad kemiundervisning kan vara svår att få ihop. Ett alternativ kan då vara att använda kontextbaserade uppgifter, där kemiuppgifter sätts i en för eleverna intressant och/eller relevant kontext. Kontextbaserade uppgifter har tidigare utvecklats inom fem olika ämnesområden (läkemedel, bränsle, tvål och rengöringsmedel, energidrycker samt fetter) i tre olika sammanhang (personlig, samhällelig samt professionell kontext) (Broman & Parchmann, 2014; Broman, Bernholt, & Parchmann, 2015). Eftersom ett av syftena med kemiundervisningen är att elever ska lära sig kemiska begrepp och resonemang, och det finns en risk att dessa dränks av kontexten, det vill säga att fokus blir på själva kontexten och att de kemiska begreppen och resonemangen inte används/försvinner/glöms bort (Sevian & Talanquer, 2014; Wickman, 2014), vill vi undersöka just detta. Vilka kemiska begrepp och resonemang använder eleverna? Hur stor roll spelar den personliga, samhällliga respektive professionella kontexten för deras lösningar?

För att ta reda på vilka områden som gymnasieelever tycker är intressanta och/eller relevanta användes uppgifterna ovan, och det visade sig att gymnasieelever uppfattade ämnesområdet läkemedel som både mest intressant och mest relevant (Broman & Christensson, 2019). I detta kapitel har vi därför valt att titta närmare på och analysera hur denna grupp gymnasieelever har löst dessa uppgifter inom en del av det insamlade materialet och fokusera på ämnesområdet läkemedel. Detta ämnesområde ingår dessutom i ämnesplanen i kemi där ett av syftena med undervisningen i kemi är att den ska ”bidra till att eleverna utvecklar förståelse av kemins betydelse för klimat, miljö och människokroppen samt kunskaper om kemins olika tillämpningar inom till exempel utvecklingen av nya läkemedel, nya material och ny teknologi” (Skolverket, 2011).

Uppgifterna som vi valt att analysera mer ingående i detta kapitel utgick från huvudvärkstabletter. Enligt en rapport från Läkemedelsverket i samarbete med Uppsala universitet (Björkman, m.fl., 2012) är ungdomar väl bekanta med receptfria läkemedel, framför allt med smärtstillande preparat. Det är därför troligt att de flesta eleverna kan relatera till huvudvärkstabletterna i uppgifterna, och se att kemin finns i deras vardag. Den personliga kontexten handlade om vad som händer i kroppen när man tar en huvudvärkstablett, den samhälliga kontexten handlade om utsläpp i miljön, och den professionella kontexten handlade om vad läkemedelskemisten behöver tänka på när läkemedlet utvecklas (figur 1). Frågorna i uppgifterna handlade om vad som gör att läkemedlet kan spridas med blodet i kroppen, hur läkemedelsresterna sprids i miljön, respektive vilka delar av molekylerna läkemedelskemisten måste ta hänsyn till när det gäller dess spridning i kroppen. I uppgifterna undveks alltför tydliga kemirelaterade begrepp för att eleverna skulle ges möjlighet att själva fundera över vilka kemiska begrepp som kunde besvara frågorna. Alla uppgifter knöt främst an till de centrala innehållen *organisk kemi* och *kemisk bindning* (Skolverket, 2011), men i och med att

frågorna var ställda på ett öppet sätt kunde andra kemiområden också vara relevanta i elevernas svar. Uppgifterna innehöll strukturformlerna för paracetamol i Alvedon, acetylsalicylsyra i Treo och ibuprofen i Ipren. Uppgifterna var öppna så tillvida att de kunde lösas på flera olika sätt.

### Personlig kontext

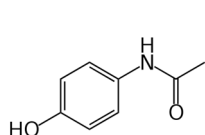
När du äter ett läkemedel måste det lösa sig i blodet för att det ska kunna transporteras i kroppen. Blod består till största delen av plasma som främst är uppbyggt av vatten. Om du har huvudvärk finns det många olika läkemedel att välja bland, t. ex. Alvedon, Treo och Ipren. För att få en snabb reaktion och bli av med smärtan är det viktigt att läkemedelsmolekylen löser sig i blodet. Vad gör att dessa läkemedel kan spridas med blodet?

### Samhällelig kontext

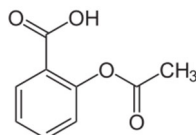
När läkemedel används i samhället blir det alltid utsläpp i miljön, delvis från det som passerar genom människor vid användning av läkemedlet, delvis från industrier när de producerar läkemedlen. Vilka kemiska egenskaper har nedanstående läkemedelsmolekyler (i huvudvärksläkemedlen Alvedon, Treo och Ipren) som gör att de sprids i miljön?

### Professionell kontext

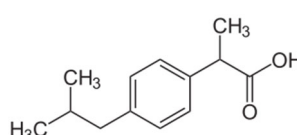
Kemister på läkemedelsföretag måste designa, utveckla och producera molekyler som ger önskad effekt men också har rätt löslighet för att vara effektiva. Det finns många läkemedel mot huvudvärk på marknaden, t ex Alvedon, Treo och Ipren. När man tittar på dessa tre läkemedelsmolekyler finns det likheter men också skillnader. Vilka delar av molekylen måste läkemedelskemisten ta hänsyn till när det gäller dess spridning i kroppen?



*Paracetamol/Alvedon*



*Acetylsalicylsyra/Treo*



*Ibuprofen/Ipren*

Figur 1. De tre uppgifterna inom ämnesområdet läkemedel i en personlig, samhällelig respektive professionell kontext. Kontexterna anges här i figuren, men var endast benämnda A, B respektive C och kom i en annan ordning i det material som eleverna använde.

Som tidigare presenterats (Broman & Christensson, 2019; Broman, Bernholt & Christensson, 2020) lät vi 175 gymnasieelever (fördelade på 2 skolor och 7 lärares klasser) som var i slutet av kursen Kemi 2, och därmed hade läst organisk kemi, lösa kontextbaserade uppgifter. De fick läsa 15 uppgifter, anknutna till de fem ämnesområdena läkemedel, bränsle, tvål och rengöringsmedel, energidrycker samt fetter) i tre olika sammanhang (personlig, samhällelig, professionell kontext). Varje elev löste endast en av uppgifterna per ämnesområde, och tilldelades slumpmässigt en av kontexterna, benämnda A, B och C för att eleverna inte per automatik skulle se anknytningen till det personliga, det samhälleliga respektive det professionella. Uppgifterna delades ut till eleverna som de satt i klassrummet, men enligt en förutbestämd plan där var tredje elev tilldelades att lösa uppgift A, B respektive C. För ämnesområdet läkemedel resulterade det i följande antal elever för respektive kontext: 58 personlig kontext, 58 samhällelig kontext och 59 professionell kontext. Eleverna fick även besvara följande två frågor: ”Liknar dessa uppgifter de uppgifter du möter på lektioner, i läroboken eller på prov? Kommentera gärna.” och ”Har du några andra kommentarer som du tror kan vara intressanta för oss med målsättningen att förbättra gymnasiet kemiundervisning?” Före datainsamlingen informerade vi eleverna om forskningsstudien, och eleverna valde själva om de ville vara med i studien eller inte. För mer information om studien, se Broman och Christensson (2019) och Broman, Bernholt, och Christensson (2020).

I detta kapitel presenterar vi analysen av en del av det insamlade materialet och fokuserar på elevernas svar på uppgifterna endast inom ämnesområdet läkemedel. Båda författarna läste igenom alla elevsvaren flera gånger, och kategoriserade svaren med avseende på vilka begrepp som eleverna använt, nivån på deras resonemang samt påverkan av kontexten. Denna kategorisering gjordes först enskilt av båda författarna, och sedan jämfördes kategoriseringen och skillnaderna diskuterades. Tanken är inte att kvantitativt presentera resultatet, utan snarare ge kvalitativa exempel på hur gymnasieelever kan besvara kontextbaserade kemiuppgifter.

## **Elevernas användning av kemiska begrepp och resonemang**

Eftersom ett av syftena med kemiundervisningen är att elever ska lära sig kemiska begrepp och resonemang, och det finns en risk att dessa dränks av kontexten (Sevian & Talanquer, 2014; Wickman, 2014) har vi undersökt just detta. Det har varit viktigt för oss att analysera om eleverna faktiskt har använt kemiska begrepp och resonemang. Vi har tittat efter kemiska begrepp som står i ämnesplanen för kemi (Skolverket, 2011) samt i läroböcker i kemi för gymnasiet.

Många elever använde kemiska begrepp och resonemang om löslighet, polaritet, kemiska bindningar samt olika funktionella grupper och ämnesklasser när

de besvarade frågorna om hur läkemedel sprids i kroppen eller i miljön, eller vad läkemedelskemister behöver ta hänsyn till när det gäller läkemedels spridning i kroppen.

### ***Molekylers löslighet – förmåga att spridas i kroppen eller i miljön***

För att läkemedelsmolekyler ska kunna spridas i kroppen eller i miljön, krävs det att de kan blandas med och lösa sig i vatten. För att de ska kunna göra det, krävs det att de har liknande molekyllära egenskaper så att intermolekyllära bindningar kan uppkomma mellan dem.

I svaren på frågorna i alla tre kontexterna använde eleverna kemiska begrepp relaterade till olika varianter av löslighet generellt, och många av dem specificerade att det handlade om löslighet i vatten. Uttrycket ”lika löser lika” användes betydligt mer i svaren till den personliga kontexten, vilket skulle kunna bero på att det i uppgiften står att det är viktigt att läkemedelsmolekylen löser sig i blodet. Vissa elever diskuterade löslighet på ett relativt ytligt sätt genom att enbart nämna ”lika löser lika”, på samma sätt som intervjuade elever i en tidigare studie gjorde när de löste uppgifterna (Broman & Parchmann, 2014). Elever menade där att det är ett uttryck de känner igen från högstadiet. Andra elever kunde på ett avancerat sätt diskutera kemiska begrepp som löslighet.

### ***Molekylers polaritet – laddningsförskjutning av elektroner***

Det som gör att molekyler har liknande egenskaper har ofta sitt ursprung i polaritet. Olika grundämnenas atomer har olika förmåga att dra till sig elektroner. I molekyler med olika grundämnenas atomer, kan det bli en förskjutning av elektronerna som gör att molekylerna blir polära.

I svaren på frågorna i alla tre kontexterna använde eleverna kemiska begrepp relaterade till olika varianter av polaritet som polära, opolära, dipol, elektronegativitet, hydrofil och hydrofob. Begreppen var dock vanligare i svaren till den personliga kontexten, vilket på motsvarande sätt som för begreppet ”lika löser lika” skulle kunna bero på att det i uppgiften står att det är viktigt att läkemedelsmolekylen löser sig i blodet.

### ***Kemiska bindningar – elektrostatiska krafter inom och mellan molekyler***

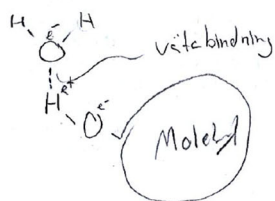
I svaren på frågorna i alla tre kontexterna använde eleverna begreppet vätebindningar (Figur 2), men det var betydligt vanligare i svaren till den personliga kon-

texten. Andra begrepp relaterade till kemiska bindningar som dipol-dipolbindning, intermolekylära bindningar och intramolekylära bindningar nämndes i enskilda svar. En del elever hade svårt att skilja mellan intra- och intermolekylära bindningar, och blandade ihop dem. I elevers svar om vätebindningar nämndes ibland "NOF", för att visa att de tre mest elektronegativa atomerna (kväve, syre och fluor) är viktiga för att vätebindningar ska uppstå. Dessa nämns ofta i läroböckerna knutet till vätebindningar och i en tidigare studie (Broman & Parchmann, 2014) visade det sig att detta var något som elever i den studien memorerat, på samma sätt som "lika löser lika". Även i vår studie fanns det elever som bara nämnde N, O och F, utan att förklara varför det kan uppkomma vätebindningar till just dessa tre och utan att riktigt verka förstå och kunna använda informationen:

*Blod består till största delen av vatten. Vattenmolekylerna binds till varandra m.h.a. vätebindningar som är mycket starka. Vätebindningar brukar vara mellan H och N, O eller F. Om man kollar på läkemedlen alvedon, treo och ipren, har de alla gemensamt att de innehåller både väte och syre, dessa kan sedan bindas samman med vattnet i blodet. Allt enligt lika löser lika principen.*

Eleven ovan nämnde N, O och F, men använde bara väte och syre och noterade inte att paracetamol även innehåller kväve.

Blod består som sagt till största del av vatten.  
 Vatten,  $H_2O$ , är polärt. Så vatten binder till varandra med sina relativt starka vätebindningar.  
 Det som gör att dessa läkemedel kan lösa sig i vattnet är att de också är polära.  
 De har alla en OH-grupp vilket gör att de med vätebindningar kan binda till vattnet



Figur 2. I detta svar hade en elev ritat en streckad linje som representerar en vätebindning mellan en vattenmolekyl och en OH-grupp i en läkemedelsmolekyl.

Det fanns dock elever som förde längre resonemang och förklarade vad vätebindningar är:

*Det som gör att alla tre av dessa läkemedel kan lösa sig i blodets plasma, alltså binda sig till vattenmolekyler, är att de har OH-grupper i sig. Detta gör att det kan bildas vätebindningar mellan vatten och läkemedlen.*

*En vätebindning är en mycket stark dipol-dipolbindning som bildas p.g.a. den stora skillnaden i elektronegativitet mellan väte och syre i OH-gruppen.*

*Vanliga dipoler har också möjlighet att binda till vatten m.h.a. en vanlig dipol-dipolbindning men till en lägre grad i och med att vattnet då kan bilda starkare bindningar med andra vattenmolekyler.*

*Därför är det OH-grupperna i molekylen som gör att läkemedelsmolekylen kan konkurrera ut vattnets vätebindningar med varandra och därmed lösa sig snabbt i vattnet.*

Denne elev förklarade vad en vätebindning är och förde ett resonemang om konkurrensen om vätebindningar mellan vattenmolekyler respektive mellan vattenmolekyler och läkemedelsmolekyler.

Både i vår studie och i den tidigare studien (Broman & Parchmann, 2014) var ett vanligt resonemang att vätebindningar kräver en OH-grupp, kopplingen till kväve var inte lika vanligt förekommande.

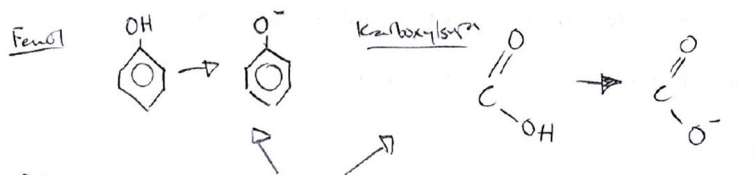
### ***Funktionella grupper och ämnesklasser samt deras egenskaper, struktur och reaktivitet***

Det var betydligt vanligare att eleverna skrev OH-grupp och COOH-grupp än att de använde begreppen hydroxylgrupp respektive karboxylgrupp. Några enstaka elever använde ämnesklasserna alkohol respektive karboxylsyra istället för namnen på de funktionella grupperna. Själva begreppet "funktionella grupper" användes nästan uteslutande i svaren till den professionella kontexten, vilket skulle kunna bero på att det efterfrågas vilka delar av molekylen som läkemedelskemisten måste ta hänsyn till. I svaren till den professionella kontexten nämndes även fler funktionella grupper till exempel aldehydgrupp, aminogrupp, bensenring, estergrupp och metylgrupp och fler ämnesklasser till exempel aren, fenol och keton. I svaren till den samhällseliga kontexten lyftes syror, protolys och resonansstruktur.

En del elever förde mer avancerade kemiska resonemang. Ett exempel är en elev som ritade protolys av fenoler och karboxylsyror, och förde ett resonemang om hur det påverkar lösligheten i vatten (figur 3).

Alla 3 läkemedel innehåller en funktionell grupp

Som vid protolys bildar joner. Grupperna är



De de protolyserade syrorna bildar joner vid protolys, blir de vattenlösliga. Alla levande celler i naturen innehåller vatten, därför riskerar läkemedlen att gasa upp av bl. a. växtceller, vilket kan ha en negativ inverkan.

Figur 3. I detta svar hade eleven ritat protolys av fenoler och karboxylsyror och förde ett resonemang om de bildade jonernas vattenlöslighet och dess påverkan på miljön.

Ett annat exempel är en elev som förde avancerade resonemang, även om de inte direkt hade med spridningen av molekylerna att göra, och funderade på om resonansstrukturen gör att molekylerna har svårt att brytas ner i naturen, jämförde protolysgraden för alkoholer respektive syror, dess påverkan på pH och därmed påverkan på naturen:

*Alvedon, är en alkohol [och] kan därför protolyseras vilket kunde störa pH i naturen. Alvedon bör också vara relativt svår att spjälkas i naturen då den har en stark struktur (resonansstruktur). Eftersom det är en dipol bör den lösas bra i vatten och skulle därför enkelt kunna spridas med detta.*

*Treo är en syra och troligtvis mer benägen att protolyseras än Alvedon men med samma påverkan på naturen. Bör också vara svår att spjälkas naturligt. Det är också en dipol och bör lösas och transporteras bra med vatten.*

*Ipren, här gäller samma saker som innan. Dock kanske något mindre dipol.*

*Storleken på molekylerna gör också skillnad då mindre molekyler bör transporteras iväg lättare. Här har Alvedon störst fördel, sedan Treo och sist Ipren.*

I exemplet visade eleven förmåga att använda djupa kemiska kunskaper om de aktuella molekylerna. Det stämmer till exempel att Treo är mer benägen att protolyseras än Alvedon (paracetamol har  $pK_a = 9,381^1$  och acetylsalicylsyra har  $pK_a = 3,492^2$ ). Det är även riktigt att fenolgruppen i paracetamol, till skillnad från alkoholer, resonansstabiliseras vid protolys, något som dock även gäller karboxylgruppen i Treo. Denna egenskap tas upp i vissa aktuella läroböcker i kemi för gymnasiet (Andersson m.fl., 2013; Borén, m.fl., 2012<sup>3</sup>). Eleven lyfte även polaritet och förde ett resonemang om storlekens betydelse för molekylernas spridning i miljön, men utan att nämna något om kemiska bindningar.

## Kontextens betydelse för elevernas svar

Det är tydligt att kontexterna ofta ledde till att elever använde kemiska begrepp och resonemang på ett relevant sätt. Men ibland tog kontexterna över och påverkade elevernas svar till att bli mindre relevanta för frågan, framför allt i den samhälleliga respektive i den professionella kontexten.

### **Samhällelig kontext**

Frågan, som skulle besvaras i uppgiften i den samhälleliga kontexten, var vilka kemiska egenskaper som läkemedelsmolekylerna (i huvudvärksläkemedlen Alvedon, Treo och Ipren) har som gör att de sprids i miljön.

Kontexten påverkade vissa elevsvar, dock inte alla. Vi delar in de elevsvar där kontexten påverkade svaren i två grupper; miljöbegrepp och -resonemang samt miljökonsekvenser.

#### *Miljöbegrepp och -resonemang*

I dessa elevsvar var begrepp och resonemang tydligt knutna till naturen snarare än till kemi. Läkemedelsmolekylerna klassades som kolväten eller organiska föreningar uppbyggda av kol, väte och syre som existerar i naturen, och ansågs därför vara en naturlig del av naturen och därmed lätt spridas i naturen. Eftersom läkemedelsmolekylerna var vattenlösliga ansågs de lätt kunna spridas vidare i naturen så länge de finns i vatten, som i avlopp, bäckar, floder, sjöar och hav eller i skogar där miljön är fuktig.

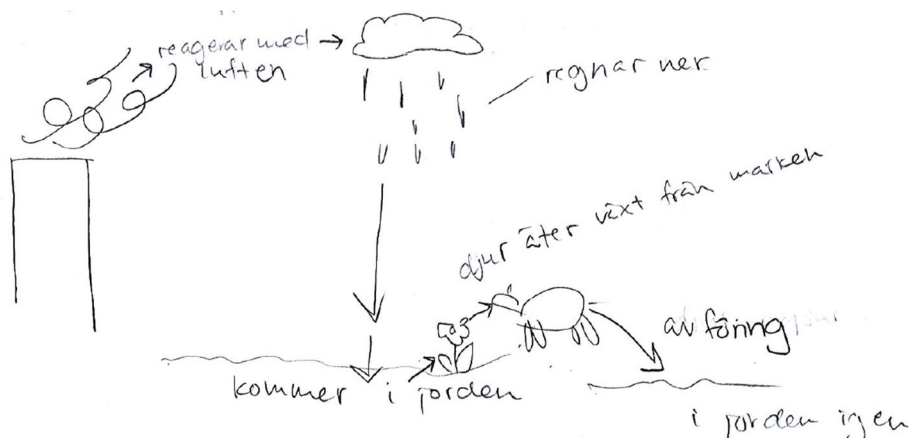
Några elevsvar beskrev delar av vattnets, kolets eller kvävetets kretslopp (figur 4). Det beskrevs hur vatten förflyttas som både ånga, vätska och is och även ingår i allt levande på jorden, vilket gjorde att de vattenlösliga läkemedelsmolekylerna kunde transporteras långa sträckor.

<sup>1</sup> <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1983#section=Dissociation-Constants>

<sup>2</sup> <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2244#section=Dissociation-Constants>

<sup>3</sup> Ny upplaga finns att tillgå: Borén, H., Johansson, A., Lundström, J., Stenberg, C., & Wästeby, N. (2020). *Kemiboken 2*: Stockholm: Liber.

I några elevsvar fördes resonemang om läkemolekylernas struktur som ansågs vara stabila och därför vara svåra att bryta ner i kroppen, i reningsverken eller i miljön.




Figur 4. Denna bild är del av ett svar där en elev förde ett resonemang om att läkemedelsmolekylerna innehåller OH-grupper som kan bilda vätebindningar, och enligt lika-löser-lika kan de lösa sig i vatten som också har vätebindningar. Eftersom vatten finns överallt i naturen, kan därför läkemedelsmolekylerna spridas i miljön. Läkemedelsföroreningarna i bilden verkar komma från läkemedelsindustrier, och inte från användningen av människor.

#### Resonemang om miljökonsekvenser

I dessa elevsvar fanns resonemang om miljökonsekvenser istället för resonemang om läkemedlets spridning i miljön, som frågan handlade om. Svaren handlade alltså om vilka konsekvenser det kan få för miljön om läkemedlen sprids, inte vad det är som gör att de sprids.

Läkemedelsmolekylerna identifierades som syror och ansågs därför försura miljön (figur 5), vilket en elev drog slutsatsen skulle kunna leda till att odlingsjorden blev sur och det därför inte skulle gå att odla längre och en annan elev drog slutsatsen skulle kunna leda till att växter och djur utrotades från ekosystemet.

Alla molekylerna innehåller funktionella grupper <sup>29</sup>  
 som ger sura egenskaper. t.ex fenylgruppen:  

 och karboxylgruppen  $\text{-C(=O)OH}$ . Dessa grupper  
 i kontakt med vattendrag, sjöar och även  
 vanlig mark, försurar vattnet och skadar därför  
 miljön.

Figur 5. I detta svar identifierade och ritade eleven de funktionella grupperna fenolgrupp (men skrev fenylgrupp) och karboxylgrupp i läkemedelsmolekylerna, och verkade veta att de kan agera som syror och ge sur vattenlösning, och drog därmed slutsatsen att miljön försuras.

Några elevsvar innehöll resonemang om att läkemedelsmolekylerna har lång nedbrytningstid, bioackumuleras och ansamlas i toppkonsumenter.

Ytterligare ett resonemang om miljökonsekvenser var att läkemedlen är organiska molekyler som vid förbränning ger upphov till  $\text{CO}_2$  och därmed bidrar till global uppvärmning.

### **Professionell kontext**

Frågan, som skulle besvaras i uppgiften i den professionella kontexten, var vilka delar av molekylerna som läkemedelskemisten måste ta hänsyn till när det gäller dess spridning i kroppen.

Kontexten påverkade vissa elevsvar, dock inte alla. Vi delar in de elevsvar där kontexten påverkade svaren i två grupper; biologiska begrepp och resonemang samt medicinska begrepp och resonemang.

#### *Biologiska begrepp och resonemang*

Enligt dessa elevsvar behövde läkemedelskemisten ta hänsyn till biologiska aspekter såsom transport av läkemedelsmolekylerna genom cellmembranet och att delar i molekylerna skulle kunna vara skadliga för kroppen. Elever menade också att läkemedelskemisten behövde beakta "syret" i molekylerna, eftersom de ansåg att syre binder de röda blodkropparna bra och att läkemedelsmolekylen därför sprids bra i blodet, samt "kvävet" i molekylerna, eftersom kroppen ansågs vilja ta vara på det.

En elev förde kemiska resonemang, men svaret innehöll inget som svarade på frågan om läkemedelsmolekylernas spridning i kroppen:

*I alvedon finns det en amingrupp ( $NH_2$ ) den påminner mycket om molekylerna ammoniak ( $NH_3$ ) så om aminen skulle genomgå en protolys med  $H_2O$ , skulle basen ammoniak bildas i vår kropp vilket är skadligt för kroppen. Finns även en fenolgrupp som reagerar surt i vattenlösning.*

*I treon finns en estergrupp som kan kondenseras till 2 primära alkoholer, det kan också vara skadligt för vår kropp.*

*Det finns karboxylsyror i alla 3 vilket reagerar surt i vattenlösningar i kroppen o kan leda till att pH i matsäcken [så!] sänks ytterligare, magsmärtor magsår uppstår då.*

Utöver de kemiska resonemangen, förde denne elev även biologiska resonemang om hur läkemedelsmolekylernas eventuella kemiska reaktioner skulle kunna vara skadliga för kroppen.

#### *Medicinska begrepp och resonemang*

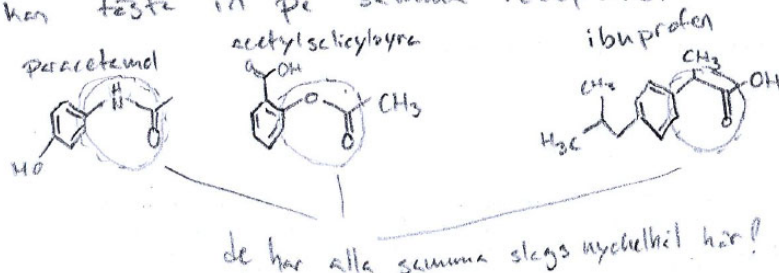
Enligt dessa elevsvar behövde läkemedelskemisten till exempel ta hänsyn till att den aktiva substansen ska kunna fästa vid rätt receptor (figur 6). Elever lyfte även att läkemedlet inte ska orsaka några biverkningar, antingen i allmänhet eller med specifika exempel såsom stereoisomeri, där vissa isomerer skulle kunna vara ofarliga medan vissa skulle kunna vara letala, det vill säga dödliga.

Andra faktorer som läkemedelskemisten ansågs behöva ta hänsyn till var temperatur, pH-värde, personens massa, genetiska avvikelser samt beredningsform:

*Läkemedelskemisten måste ta hänsyn till var läkemedlet ska verka någonstans. Och då ska kemisten främst tänka på beredningsformen. Ett läkemedel har olika verkan på kroppen i olika former, t.ex. kapsel, injiceras osv.*

Några elever beskrev verkningsmekanism, det vill säga hur läkemedlet fungerar, istället för spridning i kroppen: "acetylsalicylsyra är blodförtunnande vilket är negativt för kroppen" och "det är främst acetylsalicylsyra som tar bort huvudvärken".

A. Paracetamol, acetylsalicylsyra och ibuprofen är molekyler som ska ta bort huvudvärk. Därför är det viktigt att dessa molekyler har ett liknande "nyckelhål" alltså att strukturen är uppbyggd på liknande sätt så att de kan fästa in på samma receptorer.



Figur 6. I detta svar lyfte en elev att det är viktigt att läkemedelsmolekylerna kan fästa vid rätt receptor i kroppen. Det ska dock påpekas att just dessa läkemedelsmolekyler inte binder till klassiska receptorer, det vill säga membranbundna proteiner som förmedlar information från cellers utsida till deras insida; acetylsalicylsyra och ibuprofen binder in till och hämmar aktiviteten av enzymet cyklooxygenas, medan paracetamol ännu inte har någon känd verkningsmekanism (Simonsen, Hasselström & Lysaa, 2012). I farmakologiska sammanhang definieras dock receptorer som makromolekyler som kan binda läkemedelsmolekyler och därmed utöva effekt (Simonsen, Aarbakke & Lysaa, 2011). I den aktuella kontexten är det därför rimligt att benämna enzymer som receptorer.

Alla dessa svar visade sig vara skrivna av elever som läste en kurs i naturvetenskaplig specialisering med inriktning medicin. Det är troligt att de hade lärt sig dessa begrepp och resonemang i den kursen, och dragit nytta av de kunskaperna i svaren på frågan.

## Reflektioner om att använda kontextbaserade kemiuppgifter om läkemedel på gymnasiet

Tidigare studier har visat att kontextbaserad undervisning (ex. Bellocchi, King & Ritchie, 2016; Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Bulte m.fl., 2006; Overman m.fl., 2014) och kontextbaserade uppgifter (Taconis, Den Brok & Pilot, 2016; Prins, Bulte & Pilot, 2018) skapar högre intresse och motivation hos elever, men att det inte alltid är enkelt varken för elever eller lärare att möta nya typer av uppgifter. En fullständigt kontextbaserad undervisning kan vara svårt att få ihop, men att däremot använda sig av kontextbaserade uppgifter av mer öppen karaktär skulle kunna vara relevant för all kemiundervisning. Uppgifter som är mer öppna kan ge möjligheter för elever att resonera, och verkligen göra det med kemikunskaper som utgångspunkt. Vi vill understryka att denna typ av uppgifter faktiskt kräver kemikunskaper.

Nedan presenteras olika för- och nackdelar som eleverna lyfte i den öppna frågan som ställdes på slutet samt några reflektioner i analysen av elevernas svar. Vi lyfter även en del utmaningar som presenterats av forskare.

### **Kontexter kan göra kemin intressantare**

Precis som flera tidigare studier har visat att kontextbaserad kemiundervisning gör kemin mer intressant och relevant för elever, framförde även flera elever i vår studie en önskan att kemiundervisningen skulle sättas i ett mer intressant och/eller relevant sammanhang. Några exempel på elevers svar på frågan om hur vi kan förbättra kemiundervisningen var: ”Såna här frågor borde det finnas mycket mer av. Får vi direkta kopplingar till praktiska användningen av kemin i vardagen så blir det mycket mer intressant att lära sig kemi.” samt ”Det blir roligare, intressantare och lättare att förstå om vi lär oss mer ’verklighetsbaserat’ precis som frågorna på denna undersökningen”. Vi ser därför ett behov att utveckla fler kontextbaserade uppgifter med öppen karaktär som elever kan använda för att lära sig kemi.

Kontextbaserade kemiuppgifter möjliggör för elever att använda kemiska begrepp i ett sammanhang, få en större förståelse för kemiska begrepp, träna på att föra kemiska resonemang samt att knyta ihop kemiska begrepp och resonemang från olika kemiområden. Uppgifterna i denna studie möjliggjorde resonemang där kemiska begrepp från *kemisk bindning* i kursen Kemi 1 kunde knytas ihop med kemiska begrepp från *organisk kemi* i kursen Kemi 2. Elevsvaren visade att eleverna dessutom använde kunskaper om *syrabasreaktioner* från båda kurserna. Dessa uppgifter användes alltså i slutet av kemikurserna, men vi har presenterat exempel på enklare uppgifter som kan användas i början av kemikurserna i en tidigare artikel (Broman & Christensson, 2019).

### **Viktigt att fokusera på ämneskunskaperna i kemi**

En möjlig nackdel med kontextbaserade uppgifter är att det finns en risk att kontexten tar över och att de kemiska begreppen glöms bort. Det kan också vara svårt eller ovant för elever att lösa denna typ av uppgifter, och den relativt stora mängden text kan göra det svårt för dyslektiker eller för elever med annat modersmål än svenska. Slutligen kan det även vara en utmaning för lärare att arbeta med denna typ av uppgifter.

Amerikanska forskare (Sevian & Talanquer, 2014) som arbetat med kontextbaserad undervisning under många år, understryker att det är viktigt att ämneskunskaperna i kemi spelar en framträdande roll när lärare undervisar med ett kontextbaserat fokus. Det finns risk att progressionen i lärandet inte blir uppenbar om undervisningen ”dränks” av kontexter och att kemibegrepp inte används (Wickman, 2014). Även i vår studie såg vi exempel på elevsvar som drunknade i

kontexten, men en övervägande andel av svaren innehöll kemiska begrepp och resonemang. En del elevsvar innehöll ganska avancerade kemiska resonemang som behandlade andra aspekter av kontexten än de som efterfrågades. Även dessa svar kan därför sägas ha drunknat i kontexten, trots sitt avancerade kemiska innehåll. Öppna kontextbaserade uppgifter, där det inte finns enbart ett rätt svar, riskerar att medföra att elever blir osäkra och försöker svara på flera olika saker för att vara säkra på att få med allt som de tror att läraren förväntar sig.

### ***Ovana och språkproblem kan ge utmaningar***

Kontextbaserade uppgifter är mer öppna i sin karaktär och de svar som förväntas av eleverna är sällan "det enda rätta svaret", något som problematiserats i tidigare studier (ex. Broman & Parchmann, 2014). Öppna frågor har som utgångspunkt att eleverna kan svara på dessa kontextbaserade uppgifter med olika beskrivningar, förklaringar och resonemang från olika ämnesområden, och det finns därmed många olika svar, svar som dessutom kan vara mer eller mindre korrekta. Kemi är ett ämne som kan uppfattas som en färdigutvecklad vetenskap, där alla svar redan finns, vilket gör att skolämnet kemi ibland kan tolkas som ett ämne där alla svar redan är givna och att det alltid finns ett svar som är korrekt. I kontextbaserade uppgifter, där frågan ställs på ett öppet sätt och där tanken är att eleverna ska resonera utifrån ämneskunskaper i kemi, förväntas något annat från eleverna än det de ofta är vana vid, nämligen att återge ämneskunskaper som memorerats (Overton & Potter, 2011; Overton, Potter & Leng, 2013).

I vår studie fick eleverna även skatta hur svåra de tyckte uppgifterna var att lösa, och kryssa i en fyrgradig skala från Lätt till Svår. De tyckte generellt att uppgifterna var svåra att lösa, där uppgiften i den personliga kontexten var lättast medan uppgiften i den samhälleliga kontexten var svårast. En förklaring till att uppgiften i den personliga kontexten uppfattades lättast, kan vara att de fick information i uppgiften att läkemedelsmolekylerna skulle lösa sig i blodet. Frågan är specifik om spridningen i blodet. Därför var det kanske tydligare för eleverna vad som efterfrågades i uppgiften. Även om eleverna generellt tyckte att uppgifterna var svåra att lösa, var det endast tio elever (6 %) som inte svarat på uppgifterna. Dessa var jämnt fördelade på de tre olika kontexterna.

En elev lyfte utmaningen med att kemi kopplas till annat än rena ämneskunskaper, "De lägger för stor vikt på samhällsorientering." trots att frågorna krävde kemikunskaper i svaren. Här skulle det kunna handla om en ovana, att elever inte är vana att möta uppgifter satta i sammanhang där ämneskunskaper krävs. Ingen av frågorna krävde kunskaper i samhällskunskap för att kunna besvaras.

Elva elever angav i enkäten att de hade dyslexi. Två av dessa tyckte att kontexten gjorde uppgifterna svårare; "underlätta för dyslektiker att inte ha så

mycket text. Lite text och en bild hade varit bättre många gånger. Med för mycket text är det ofta svårt att ens förstå frågan” samt ”ge oss mer räkneuppgifter och mindre krångliga ord”. När det gäller språkets betydelse för förståelse i kemi har både forskning (Markic & Childs, 2016) och beprövad erfarenhet (Kindenberg & Wiksten, 2016) visat att språkutveckling kräver att kraven inte sänks men att elever behöver stöttning. I ett bokkapitel från en kemididaktisk bok (Eilks & Hofstein, 2013) lyfts just hur språkfrågor kan hanteras i kemiklassrummet.

Tjugosju elever (15 %) hade annat modersmål än svenska; det fanns 20 olika modersmål bland dessa elever. Ingen av dem hade kommenterat uppgifternas svårighet. Som grupp hade de inte skattat uppgifterna svårare än elever med svenska som modersmål. Utmaningar med språk lyfts i flera av Skolverkets moduler i Lärportalen, bland annat den som benämns *Kommunikation i naturvetenskapliga ämnen*.<sup>4</sup>

### **Viktigt med stöd för lärare**

Forskare har visat att det inte är enkelt för lärare att designa kontextbaserade uppgifter, men det finns verktyg för att konkret utveckla denna förmåga (Prins, Bulte & Pilot, 2018). I ett projekt från Nederländerna där en kontextbaserad läroplan inrättades för ungefär 10 år sedan, har forskare i olika projekt (ex. Prins, m.fl., 2018; Overman, m.fl., 2014; Vos, m.fl., 2011) följt lärare och elever i arbetet med implementering av kontextbaserad undervisning. Lärdomarna som dragits kan användas vidare i andra länder.

Många lärare har ofta problem att utveckla uppgifter som dessa och vill hellre ha slutna uppgifter med ”ett rätt svar” precis som eleverna. Om man som lärare inte har tillräckliga ämneskunskaper, kan det vara svårt att veta om elevernas olika svar är rätt eller fel. Därför kan en bok som kemididaktiska forskare från Nederländerna skrivit, efter implementeringen av den kontextbaserade läroplanen som nämndes ovan, vara användbar för att hjälpa lärare som vill utveckla förmågan att göra sin undervisning mer anknuten till relevanta sammanhang (Taconis, den Brok & Pilot, 2016).

Vi har tidigare visat att läkemedel är ett ämnesområde som gymnasieelever tycker är både intressant och relevant (Broman & Christensson, 2019), och det kan därför vara ett lämpligt område att använda kontextbaserade uppgifter i. Det ställer dock stora krav på kemilärare på gymnasiet att göra det på ett sätt som uppfyller kemiämnets syfte (som nämndes i inledningen till detta kapitel). I aktuella läroböcker i Kemi 2 för gymnasiet nämns endast några exempel på läkemedel i samband med kemiområdena organisk kemi, biokemi och analytisk kemi. Nedan presenterar vi därför källor till fakta om läkemedel som skulle kunna an-

---

<sup>4</sup> <https://larportalen.skolverket.se/#/modul/2-natur/Gymnasieskola/508-Kommunikation-i-naturvetenskapliga-amnen>

vändas av gymnasielärare för att sätta kemiundervisningen i en läkemedelskontext eller för att formulera kontextbaserade uppgifter inom ämnesområdet läkemedel.

Kemilärarnas resurscentrum (KRC) har tagit fram ett kompendium med många laborationstips på temana receptfria läkemedel, hälsoprodukter, apoteksvaror och biologiska funktioner för både grundskolan och gymnasiet (Axberg, Långvik & Sandberg, 2003). Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik har tagit fram ett idéhäfte om livsviktiga läkemedel (Lidesten, 2007) där olika frågeställningar med anknytning till läkemedel behandlas till exempel: Vad är ett läkemedel? Hur tas mediciner upp i kroppen? Hur sprids läkemedel i kroppen och hur omvandlas och utsöndras de?

På uppdrag av Skolverket har forskare vid Linnéuniversitetet och Malmö universitet tillsammans med en av oss tagit fram modulen *Medicin, hälsa och ohälsa*.<sup>5</sup> Modulens Del 2 handlar om läkemedelsdidaktik och innehåller bland annat texten *Om läkemedel och läkemedelsutveckling* (Sjöström & Christensson, 2018) och texten *Läkemedel i undervisningen* (Christensson & Sjöström, 2018). Texterna riktar sig till gymnasielärare och beskriver processen när läkemedel utvecklas, ger konkreta exempel på hur läkemedel kan ingå i undervisningen och ger förslag på lämpliga källor till mer information.

Två didaktiska upplägg, där studenter på kemikurser i början av sin universitetsutbildning har fått kontextbaserade uppgifter relaterade till läkemedel (Fergus, Kellett & Gerhard, 2015; Kadnikova, 2013), är konkreta exempel som även kemilärare på gymnasiet skulle kunna använda. Båda exemplen är i en professionell kontext där den ena uppgiften handlade om att beskriva olika läkemedelsmolekylers struktur, egenskaper och syntes. Den andra uppgiften handlade om att som kemiexpert hjälpa till att identifiera ett vitt pulver i ett paket beställt från internet, utifrån givna analysresultat. Studenterna fick tillgång till läkemedelsmolekylernas strukturformler, och uppgifterna handlade om funktionella grupper, stereoisomeri, syntes, metabolism samt analys med NMR. De fick bland annat jämföra metaboliter och identifiera funktionella grupper och känna igen hur till exempel en ketogrupp reducerades till en hydroxylgrupp, eller hur en hydroxylgrupp oxiderades till en karboxylgrupp. Studenterna uppskattade arbetet med uppgifterna och deras intresse och engagemang var anmärkningsvärt, där en student uttryckte det: "Förmodligen den enda gången jag faktiskt har velat lära mig det jag studerade" (Kadnikova, 2013, vår översättning). Dessa uppgifter skulle även kunna användas på gymnasiet, då detta ämnesinnehåll och dessa begrepp ingår i kursen Kemi 2.

---

<sup>5</sup> <https://larportalen.skolverket.se/#/modul/2-natur/Gymnasieskola/512-Medicin-halsa-och-ohalsa>

## Avslutande reflektion

Läkemedel är ett ämnesområde som elever uppfattar som både intressant och relevant, och det kan därför bidra till att öka intresset för kemi hos elever och visa på ämnets relevans. Det är även ett ämnesområde som ingår i syftet med kemiundervisningen på gymnasiet. I detta kapitel har vi tittat närmare på och analyserat hur en grupp gymnasieelever har löst öppna kontextbaserade uppgifter om huvudvärkstabletter. Även om det finns en risk att eleverna drunknar i kontexten, visade vår studie att eleverna använde kemiska begrepp och resonemang i sina svar. Vissa elever använde begrepp som verkade vara memorerade utantillkunskaper, utan att de riktigt förstod och kunde använda dem. Andra elever förde längre och mer avancerade resonemang. Den här typen av öppna uppgifter gav eleverna möjligheter att resonera, använda kemiska begrepp i relevanta sammanhang samt knyta ihop kemiska begrepp och resonemang från olika kemiområden.

## Referenser

- Andersson, S., Ellervik, U., Rydén, L., Sonesson, A., Svahn, O., & Tullberg, A. (2013). *Gymnasiekemi 2*. Stockholm: Liber.
- Axberg, K., Långvik V. A., & Sandberg, U. (2003). *Piller, pulver och plåster – ett kompendium om kemin i läkemedel*. Stockholm: Kemilärarnas resurscentrum.
- Bellocchi, A., King, D. T., & Ritchie, S. M. (2016). Context-based assessment: creating opportunities for resonance between classroom fields and societal fields. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1304-1342.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.
- Björkman, I., Röing, M., Bastholm-Rahmner, P., & Holmström, I. (2012). *Kartläggning av receptfria läkemedel: Ungdomars uppfattning om läkemedel med fokus på receptfria analgetika*. Läkemedelsverket och Uppsala universitet.
- Borén, H., Larsson, M., Lindh, B., Lundström, J., Ragnarsson, M., & Sundkvist, S. Å. (2012). *Kemiboken 2*. Stockholm: Liber.
- Broman, K., Bernholt, S., & Christensson, C. (2020). Relevant or interesting according to upper secondary students? Affective aspects of context-based chemistry problems. *Research in Science & Technological Education*.
- Broman, K., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2015). Analysing Task Design and Students' Responses to Context-Based Problems Through Different Analytical Frameworks. *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 143-161.
- Broman, K. & Christensson, C. (2019). Kemin satt i sammanhang - hur gör vi ämnet relevant för elever? I K. Stolpe & G. Höst (Red.), *Kemi för alla – Bidrag från konferensen 1-2 oktober 2018 i Stockholm arrangerad av*

- Kemilärarnas resurscentrum*. (sid. 25-41). Naturvetenskapernas och teknikens didaktik nr 5.
- Broman, K., & Parchmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 516-529.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Christensson, C., & Sjöström, J. (2018). Läkemedel i undervisningen. Del 2: Läkemedelsdidaktik i *NT-lyftet – Modul Medicin, hälsa och ohälsa*. Skolverket.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2013). *Teaching Chemistry - A Studybook. A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Fergus, S., Kellett, K., & Gerhard, U. (2015). The khat and meow meow tale: Teaching the relevance of chemistry through novel recreational drugs. *Journal of Chemical Education*, 92, 843-848.
- Kadnikova, E.N. (2013). "Molecules-in-Medicine": Peer-evaluated presentations in a fast-paced organic chemistry course for medical students. *Journal of Chemical Education*, 90, 883-888.
- Kindenberg, B., & Wiksten, M. (2016). Språkutvecklande NO-undervisning – strategier och metoder för högstadiet. Stockholm: Natur & Kultur.
- Lidesten, B. M. (2007). *Livsviktiga läkemedel*. Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, Uppsala universitet.
- Markic, S., & Childs, P. E. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 434-438.
- Overman, M., Vermunt, J. D., Meijer, P. C., Bulte, A. M. W., & Brekelmans, M. (2014). Students' perceptions of teaching in context-based and traditional chemistry classrooms: Comparing content, learning activities, and interpersonal perspectives. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1871-1901.
- Overton, T. L., & Potter, N. M. (2011). Investigating students' success in solving and attitudes towards context-rich open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 12(3), 294-302.
- Overton, T. L., Potter, N. M., & Leng, C. (2013). A study of approaches to solving open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 468-475.
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2018). Designing context-based teaching materials by transforming authentic scientific modelling practices in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1108-1135.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: a learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 10-23.
- Simonsen, T., Aarbakke, J., & Lysaa, R. (2011). *Illustrerad farmakologi 1 - Principer och tillämpningar*. Stockholm: Natur & Kultur.

- Simonsen, T., Hasselström, J., & Lysaa, R. (2012). *Illustrerad farmakologi 2 – Sjukdomar och behandling*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Sjöström, J., & Christensson, C. (2018). Om läkemedel och läkemedelsutveckling. Del 2: Läkemedelsdidaktik i *NT-lyftet – Modul Medicin, hälsa och ohälsa*. Skolverket.
- Skolverket (2011). *Ämnesplan i kemi för gymnasiet*. Stockholm: Skolverket.
- Taconis, R., den Brok, P., & Pilot, A. (2016). *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science* (Vol. 9). Rotterdam: Sense Publishers.
- Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M. G., & Pilot, A. (2011). Classroom Implementation of Context-based Chemistry Education by Teachers: The relation between experiences of teachers and the design of materials. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1407-1432.
- Wickman, P.-O. (2014). Teaching Learning Progressions. An international perspective. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, pp. 145-163). New York: Routledge.

## Författarpresentation



Camilla Christensson är lektor i naturvetenskaplig specialisering och undervisar i kemi och medicinsk orientering på gymnasiet. Hon är verksam på Katedralskolan i Lund och undervisar i Vardagskemi med kemididaktik på lärarutbildningen vid Malmö universitet. Hon har författat texter till Skolverkets satsning på NT-lyftet (modul Medicin, hälsa och ohälsa) i samarbete med Linnéuniversitetet och Malmö universitet. Hon har tidigare arbetat sju år på läkemedelsföretaget AstraZeneca i Lund och Mölndal. Hennes nuvarande forskningsintresse är vardagsnära kemiundervisning.



Karolina Broman är universitetslektor i kemididaktik vid Institutionen för Naturvetenskaperna och Matematikens Didaktik (NMD) vid Umeå universitet. Där forskar hon om kontextbaserad undervisning samt digitala verktyg som kan vara tillräckligt relevanta för att använda inom kemiundervisningen både på gymnasie- och universitetsnivå. Hon undervisar lärarstudenter i naturvetenskapernas didaktik, inom ramen för ämneslärarprogrammet och den kompletterande pedagogiska utbildningen (KPU). Hon arbetar tillsammans med Kemilärarnas resurscentrum (KRC) och Kemisamfundet som styrelseledamot samt är vice ordförande för den europeiska motsvarigheten till Kemisamfundet, EuChemS Division of Chemical Education.

# Strategier för meningsskapande inom ramen för studiehandledning kring vattnets kretslopp

Feyza Cilingir  
Linköpings universitet

## Sammanfattning

*Det finns i dagsläget många nyanlända barn i grundskolan i Europa. I Sverige är dock forskningen om dessa elevers lärande begränsad. Syftet med denna forskningsstudie är att undersöka hur en studiehandledare använder olika meningsskapande strategier kring vattnets kretslopp i naturorienterande undervisning (NO) under studiehandledningssituationer för att stödja en nyanländ turkisk elevs meningsskapande. Data samlades genom videoinspelning av en turkisk nyanländ elev i interaktion med sin studiehandledare under en timmes studiehandledning kring vattnets kretslopp. Analys av data visade att studiehandledaren stödjer eleven genom översättningsaktiviteter, omformuleringar och frågor, vilket gav eleven möjlighet att skapa meningar i det ämnesspecifika språket och innehållet. Att som studiehandledare förväntas kunna ge stöd i alla ämnen på två språk är en svår uppgift, och i studien observerades flera utmaningar. Exempelvis var det ibland svårt för studiehandledaren att översätta mellan de två språken eller att använda naturvetenskapliga begrepp i sina omformuleringar. När eleven ställde frågor handlade dessa ofta om naturvetenskapliga fenomen medan studiehandledarens frågor snarare tog upp enskilda svenska ord.*

I Sverige lär sig nyanlända elever NO tillsammans med övriga elever i klassen. Utöver den vanliga undervisningen kan de nyanlända eleverna få studiehandledning, där de får möjlighet att lära sig ämnesinnehållet på sitt modersmål. I min forskning avser jag att undersöka hur en studiehandledare använder olika meningsskapande strategier kring ämnet vattens kretslopp under studiehandledningssituationer. Detta kan ge en förståelse för hur sådana strategier kan stödja elevernas meningsskapande inom NO.

Lyckligtvis finns det forskning som fokuserar på olika strategier för meningsskapande, speciellt för flerspråkig undervisning. En del av den forskningen fokuserar på användningen av visuella hjälpmedel, till exempel videor, och menar

att dessa kan hjälpa meningsskapandet av NO genom att göra komplexa och abstrakta vetenskapliga fenomen tydliga (Ryoo, Bedell & Swearingen, 2018) medan andra föreslår användning av gester för att skapa meningar mellan eleven och läraren (Gass, 2013). Andra forskare rekommenderar att öka den skriftliga kommunikationen med eleverna genom "dialogue-journals" som består av elevens anteckningar och lärarens reflektioner under lektionen (Kreeft, 1984), eller att införa ett skugglärsystem, varigenom lärare går in och stöttar elever genom att ge tillfällen att tala ämnesspecifikt språk under hela skoldagen (Soto -Hinman, 2011). Slutligen har vissa andra forskare föreslagit att en kombination av strategier är effektivt, till exempel att ge eleverna möjlighet att översätta ett ämnesspecifikt begrepp och därefter skapa en diskussion om de betydelser som tillhör det begreppet (Felder & Henriques, 1995).

Att studera användningen av meningsskapande strategier betraktas således som en viktig utgångspunkt för det pedagogiska forskningsområdet och för att utveckla praktiken i NO-klassrummet. Resultaten från Brent (2019) visade att lärare ofta använde traditionella och lärarcentrerade strategier i klassrummet, snarare än nyare elevcentrerade strategier. Användningen av traditionella strategier kan innebära envägs-presentationer vilket kan påverka elevernas intresse och motivation för ämneskunskap negativt. Enligt Felder och Henriques (1995) kan olämplig användning av strategier för meningsskapande i klassrummet leda till en minskning av elevernas engagemang i ämnet, såväl som inaktivitet på lektionerna och dåliga resultat på prov.

Genomgången ovan visar att det finns en del forskning som är inriktad på strategier för meningsskapande för flerspråkiga elever. Det finns dock begränsat med studier avseende meningsskapande strategier som används under undervisning för nyanlända elever. Syftet med min forskning är att undersöka hur en studiehandledare använder olika meningsskapande strategier kring vattnets kretslopp i NO för att stödja en nyanländ elevs meningsskapande. Forskningsfrågorna är som följer:

- Vilka meningsskapandestrategier framträder under den observerade studiehandledningen?
- Hur hjälper eller hindrar dessa strategier en nyanländ elevs meningsskapande?

### ***Vilka innefattas av begreppet nyanlända elever?***

I skollagen 2015 definieras en nyanländ elev som "någon som har bott utomlands och som nu är bosatt i Sverige och började sin utbildning senare än på höstterminen under det kalenderår han eller hon fyller sju år" (Skolverket, 2015). Nyanlända elever kan i de flesta fall antingen prata bara lite svenska eller inte alls. När nyanlända grundskolebarn anländer till Sverige kan de först utveckla svenska som andraspråk i introduktionskurser med andra nyanlända elever från olika

länder. Efter dessa introduktionsklasser får de vara med i ordinarie klasser, där skolorna fortsätter att ge vissa resurser för att hjälpa de nyanlända eleverna att nå tillräcklig kompetens i sitt första språk, naturvetenskap och samtidigt det svenska språket (Ojala, 2016). Enligt 2015 års svenska skollag betraktas inte elever längre som nyanlända efter att de gått fyra år i svensk skola.

### **Studiehandledning**

En resurs för nyanlända elever kan vara att få tolkningsstöd från studiehandledare på sitt eget modersmål i olika skolämnen, vilket kallas studiehandledning (Ojala, 2016). Warrens (2016) forskning har visat att elevernas användning av flera språk är en resurs i studiehandledningssessioner där elever utvecklar ämnesspecifik kunskap i både sitt första och andra språk. Studiehandledare förväntas kunna ge stöd i olika skolämnen (Skolverket, 2015) även om de i många fall inte har någon formell bakgrundskunskap om ämnet, vilket kan påverka de nyanlända elevernas meningsskapande process i ämnesinnehållet.

Studiehandledning kan ske på flera sätt beroende på elever, lärare och skolorganisationer. Det vanligaste är att studiehandledning genomförs före eller efter en ämneslektion (alltså en lektion där elever lär sig ett specifikt ämne såsom naturvetenskap, matematik eller svenska) men det kan även ske under en ämneslektion. Studiehandledning kan ske antingen med en grupp av elever eller individuellt. I det följande beskrivs de vanligaste typerna av studiehandledning närmare.

Syftet med studiehandledning som sker *före en ämneslektion* är att hjälpa elever att skapa förförståelse och att lyfta fram sina tidigare kunskaper om ämnet. I grund och botten förbereder studiehandledaren eleverna för kommande lektion genom att gå igenom ord och begrepp som kommer att behandlas i ämneslektionen (Morgan, 2014). Studiehandledning som sker *efter en ämneslektion* syftar till att stödja elever genom att identifiera och gå igenom information som de missat under lektionen. I grund och botten repeterar studiehandledaren på elevernas modersmål innehållet från den vanliga ämneslektionen (Morgan, 2014).

### **Teoretiska perspektiv**

Detta avsnitt beskriver studiens teoretiska perspektiv, vilket har rötter i sociokulturell teori. I korthet innebär sociokulturell teori att "higher mental functioning in the individual derives from social-life" (Scott, 1998, s. 47). Utifrån ett sociokulturellt perspektiv betraktas lärande som en process där en person utvecklar sin kunskap i samarbete och interaktion med sina kamrater, föräldrar etc. på ett kompetent sätt i olika sammanhang och kulturer (Vygotsky, 1986; Moll, 1990; Gass, 2013). Syftet med studiehandledningssessioner är att nyanlända elever ska

få hjälp av sin studiehandledare, som tillhör samma kulturella bakgrund och har mer erfarenhet av ämnesinnehållet. Därför kan sociokulturell teori vara en lämplig utgångspunkt för denna forskning. I följande avsnitt kommer jag att definiera meningsskapande processer i textläsning och därefter reflektera över några meningsskapande strategier från ett sociokulturellt perspektiv.

### ***Meningsskapande som en process***

Studiehandledningen baserades huvudsakligen på interaktionen mellan studiehandledaren och eleven när de läste i NO-boken. I grund och botten är meningsskapande en aktiv handling. Wu (2019) definierar meningsskapande som en process i textläsning som består av flera olika aktiviteter: identifiera textinnehållet, avkodning av innehåll i texten, förståelse av information som finns i texten och bygga meningar baserade på sina föregående erfarenheter. I min forskning anses eleven ha skapat mening när de avkodar texten i interaktion med sin studiehandledare. Den nyanlända elevens meningar blir synliga när eleven uttrycker sig skriftligt och muntligt. Som nämnts tidigare kan lärare använda olika strategier i NO-undervisningen för att ge elever möjligheter att skapa meningar. När det gäller textläsning finns det ett antal studier som presenterar sådana meningsskapande strategier (Kosheleva, Viera, & Kreinovich, 2019; Wu, 2019; Ahmed, 2014; Martin, 1987). Den här studien innefattar de tre mest använda strategierna för meningsskapande under textläsningsprocessen.

### ***Meningsskapande strategier i textläsning***

En viktig meningsskapandestrategi är *översättning* under textläsningen. Det kan genomföras genom att elever får vissa ord översatta från sitt andra språk till sitt första språk eller tvärtom. Kosheleva och kollegor (2019) har genomfört en studie som specifikt fokuserar på meningsskapande strategier för spansktalande flerspråkiga elever i USA. Författaren har presenterat en meningsskapande strategi som är specifik för flerspråkiga elever och som bygger på att använda översättningsaktiviteter. Översättningsaktiviteterna ger dessa elever möjlighet att skapa meningar av engelska ord, uttryck och ämnesspecifika begrepp i interaktion med sina lärare och klasskamrater, vilket skapar en jämlik förutsättning för flerspråkiga elever (Kosheleva, m.fl., 2019).

En annan meningsskapande strategi är att *omformulera* innehållet (Martin, 1987; Wu, 2019). Martin (1987) fann att lärarna läser texten som redan lästs för att betona och omformulera innehållet. Detta gjordes till exempel med stycken från läroböcker, liksom texter som var skrivna av eleverna. Wu (2019) och Martin (1987) har vidare hävdade att elever under läsning av texter skapar meningar genom att generalisera ämnet och göra förutsägelser om de fenomen som

finns i texten. De hittar även kopplingar mellan olika delar av läroboken och författaren eller andra läsare av texten, samt beskriver svårigheterna och bristen på sammanhang i texten.

Sist men inte minst är frågor en tredje viktig meningsskapandestrategi som lärare tillämpar när något är oklart eller svårt i texten eller när de vill ha mer information från eleverna (Martin, 1987). Förutom själva läsningen av texten utökar elever också sin innehållskunskap genom frågor kopplade till lärarnas och sina egna tidigare kunskaper och erfarenheter (Wu, 2019; Martin, 1987). På detta sätt relaterar eleverna informationen i texten till sina erfarenheter och kunskaper som de fått tidigare, och lärare stödjer eleverna genom att skapa en undervisningsmiljö för detta (Wu, 2019).

## Metod

Denna forskning fokuserar på ett specifikt fall, det vill säga en enskild process, där en studiehandledare genererar olika meningsskapande strategier och en nyanländ elev skapar meningar. Genom att den undersöker ett fall på djupet och fokuserar på individers erfarenheter i de valda situationerna kan studien ses som en fallstudie (Yıldırım & Şimşek, 2018; Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Den deltagande studiehandledaren hade utbildning från ett tvåårigt pedagogiskt program för att bli modersmållärare, och hade även tagit kurser för att lära sig att arbeta som studieledare. Hen hade jobbat som både modersmållärare och studiehandledare under 37 år. Hen har turkiska som modersmål och svenska som andra språk.

Den andra deltagaren var en nyanländ turkiskspråkig elev. Anledningen till att inkludera en turkisktalande elev är att författaren till denna forskningsstudie har samma förstaspråk och därför kan uppnå en god förståelse för de meningar som eleven uppvisar. Eleven kom till Sverige för mindre än fyra år sen, och räknas därför som nyanländ enligt svenska skollagen. Eleven har studerat till fjärde klass i Turkiet, och började därefter sin skolgång direkt i fjärde ordinarie klass i Sverige. Vid observationsperioden var den totala tiden som eleven tillbringat i det svenska skolsystemet en och en halv termin. Eleven hade både modersmållektioner och studiehandledningar. I den turkiska kursplanen för biologi hänvisas till ämnesinnehåll som elever i tredje klass i Turkiet förväntas studera, till exempel sinnesorganen och deras funktioner; levande (djur och växter) och icke-levande saker (jord, vatten och luft). Elever i fjärde klass ska studera begrepp relaterade till livsmedel, till exempel protein, fett, kolhydrater, vitaminer och vatten. Det innebär att eleven redan har studerat begreppet vatten som en kemisk förening och dess materiella egenskaper i Turkiet, men inte fenomenet vattnets kretslopp.

Eleven hade NO två gånger i veckan på vanliga NO-lektioner på måndagar och fredagar. På onsdagar hade hen en timmes studiehandledning i olika skolämnen. I denna fallstudie handlade NO-lektionerna om vattnets kretslopp, vilket beskriver vattens cirkulation mellan havet, atmosfären, vattensamlingar på land, grundvatten och levande organismer. Studiehandledningen genomförs mellan två NO-lektioner som en kombination av två typer av studiehandledningar: före ämneslektion respektive efter ämneslektion. Under studiehandledningen läste studiehandledaren och den nyanlända eleven några av de delar av NO-boken som eleven redan hade gått igenom under tidigare NO-lektioner och några delar som de skulle gå igenom under kommande NO-lektion. Ibland läste eleven texten och ibland läste handledaren, och därefter pratade de om texten som lästs.

Under studiehandledningen i NO genomfördes observationer av den turkiska nyanlända eleven i interaktion med sin studiehandledare. Det skedde genom att eleven och studiehandledaren filmades under studiehandledningen där eleven och studiehandledaren studerade vattnets kretslopp. Dessutom togs fältanteckningar under studiehandledningen, men analysen inkluderar enbart videospelningarna under studiehandledningarna. Eftersom elever sannolikt inte kommer att ha full insikt i sitt eget meningsskapande beteende blir det fruktbart att fånga de meningsskapande processerna genom att observera en nyanländ elev, snarare än att be denne förklara sitt meningsskapande. Etiska procedurer som rekommenderas av Vetenskapsrådet (<http://www.vr.se>) har följts. Identiteten för den nyanlända turkiska eleven och den turkiska studiehandledaren skyddades. Eftersom eleven är under 15 år undertecknades ett samtyckesbrev skrivet på både svenska och turkiska av elevens föräldrar.

Data analyserades med hjälp av innehållsanalys. Kortfattat ger innehållsanalys en beskrivning av innehållet i kommunikationen (Krippendorff, 2019). I min studie är avsikten att beskriva dels den muntliga texten som skapats i dialogen mellan eleven och studiehandledaren, dels skriven text såsom NO-boken och elevens arbetsblad. Även läraranteckningar på White board studerades för att ta reda på hur studiehandaren genererade meningsskapande strategier under studiehandledning inom NO. Enligt Robson och McCartan (2016) kan innehållsanalys av texter genomföras genom att konstruera olika nivåkategorier, koder och teman. I min studie skapades koder genom att göra etiketter av fraser eller andra korta sekvenser av texten och dessa grupperades i kategorier efter deras teman.

## **Resultat**

I denna forskningsstudie identifierades tre teman i data från observationerna under studiehandledningen som baseras på de strategier för meningsskapande som presenterades i teoriavsnittet: översättningar, omformuleringar och frågor. Där-

efter analyserades hur interaktioner med studiehandledaren under dessa strategier stödde den nyanlända turkiska eleven för att skapa meningar i NO i ett svenskt sammanhang, och även vilka utmaningar som framträdde för varje meningskapandestrategi.

## 1. Översättningar

Den mest använda meningskapandestrategin i denna fallstudie var översättningar. Studiehandledaren läste först texten i NO-boken på svenska och översatte den sedan för eleven på turkiska. Studiehandledaren översatte ibland fullständiga meningar i boken och ibland enskilda ord och fraser. Två exempel på översättning som meningsskapande strategi finns nedan.

### Exempel (Original):

1 **S**: Svett är vatten som kommer från kroppen. Ter vücuttan çikan sudur.

2 **E**: Evet !

3 **S**: Svett ter demektir.

4 **E**: Aha!

### Exempel (På svenska):

1 **S**: Svett är vatten som kommer från kroppen (Studiehandledaren läste den texten högt). Svett är vatten som kommer från kroppen.

2 **E**: Ja!

3 **S**: "Svett" innebär svett.

4 **E**: Aha

Bokstaven "S" refererar studiehandledaren

Bokstaven "E" refererar Eleven

Röd färg refererar text på svenska

Blå färg refererar text på turkiska

Studiehandledaren läste först texten från läroboken och översatte sedan hela texten (Rad 1). Därefter översatte hen ett nyckelord i texten (Rad 3). Eleven reagerade positivt på studiehandledarens översättning genom att säga "ja" och göra ett litet utrop (Rad 2 och 4). Baserad på detta exempel kan vi säga att studiehandledarens översättning från svenska till turkiska kan ge eleven möjligheter att skapa meningar i ordet svett i relation till kropp.

Följande exempel visar ett annat tillfälle då studiehandledaren översatte. Studiehandledaren och eleven läste en text som gav information om att jord kan absorbera vatten och att jorden blir torr ifall den inte vattnas. Studiehandledaren översatte ordet *Torkar* i texten enligt följande.

### Exempel (Original):

1 **S**: Torrar nedir?

- 2 E: Bilmiyorum.  
3 S: Kurumak.  
4 E: hm  
**Exempel (På svenska):**  
1 S: Vad betyder **Torrar**?  
2 E: Jag vet inte.  
3 S: Det betyder att torka.  
4 E: hm

Studiehandledaren frågade eleven betydelsen av ordet "Torrar" som var ett feluttal av "Torkar" på svenska (Rad 1). Eleven betonade att hen inte visste vad "Torrar" innebär (Rad 2), vilket är ett godtagbart svar eftersom ordet "Torrar" inte finns på svenska. Studiehandledaren översatte dock detta ord som "att torka" (Rad 3). Studiehandledaren uttalade alltså ordet fel men översatte det korrekt, något som kan leda till att eleven blir förvirrad om betydelsen av ordet och dess mening när det gäller jord.

## 2. Omformuleringar

I detta avsnitt presenteras omformulering som meningsskapande strategi under studiehandledningen. Omformulering betyder att läraren eller eleven uttrycker samma budskap på flera sätt. Först läste studiehandledaren texten högt på svenska, därefter formulerade hen om textens betydelse på turkiska istället för direkt översättning. Följande exempel handlar om en beskrivning av fenomenet övergång från ånga till regndropparna:

- Exempel (Original):**  
1 S: När ångan har kondenserats och vattendropparna blir för stora börjar det regna. Su soğudukça damlalar büyümeye baslar. Biliyorsun büyüdükçe ağırlaşıyor ve bakıyorsun yağmur olarak sana geri geliyor.  
2 E: Aha!  
**Exempel (På svenska):**  
1 S: När ångan har kondenserats och vattendropparna blir för stora börjar det regna. Vattendroppar börjar bli större när de är kalla. Du vet att det är tyngre när det blir större och sen kan man se att det blir regn.  
2 E: Aha!

Studiehandledaren försökte helt enkelt att ge ungefär samma betydelse genom att omformulera texten med egna ord. Hen påstod att vattendroppar börjar bli större och tyngre när det är kallt, vilket leder till att det slutligen börjar regna

(Rad 1). Eleven reagerade positivt på studiehandledarens omformulering (Rad 2). I exemplet läste studiehandledaren begreppen "Ånga" och "Kondensering" men gav däremot inte plats för dessa ord i sina omformuleringar. På så sätt begränsades elevens möjlighet att skapa meningar i innehållet i NO.

### 3. Frågor

Under studiehandledningen ställde både eleven och studiehandledaren frågor. Frågorna bestod i att eleven eller läraren begärde upplysningar om NO-ämnesinnehållet. Följande är ett exempel på en fråga från eleven. Denna fråga kom efter att eleven och studiehandledaren läste en text om vatten som hamnar i människan kropp när man använder dricksvatten från exempelvis en vattenkälla, och att det sen avdunstar genom svett.

**Exempel (Original):**

1 **E:** Çok koştuğunda mesela saçından böyle ter geliyor. O nasıl geliyor?

2 **S:** Su ısınıyor ya vücudun da.

3 **E:** Evet!

4 **S:** Vücudunun 37 dereceye kadar ... şey vardır. Çok koştuğun zaman senin vücudundaki isi 38 ya da 39 oluyor. Su dışarı çıkıyor ve ter olup akıyor.

5 **E:** Aynen!

**Exempel (På svenska):**

1 **E:** Till exempel, när du springer mycket, droppar svett från håret. Hur händer det?

2 **S:** Vattnet blir varmt i kroppen.

3 **E:** Ja!

4 **S:** Din kropp har ... tills 37 grader. När du springer för mycket kan din kroppstemperatur vara 38 eller 39 grader. Vattnet kommer ut och rinner som svett.

5 **E:** Exakt!

I detta exempel frågade eleven studiehandledaren hur man svettas (Rad 1). Studiehandledaren förklarade att det händer på grund av ökad temperatur i kroppen och gav även ytterligare information om att kroppstemperaturen kan öka 1–2 grader om man springer fort (Rad 2 och Rad 4). Eleven reagerade positivt på studiehandledarens svar. Studiehandledarens stöd till eleven kan ge möjlighet till eleven att skapa mening i relation mellan kroppstemperatur och svett. Analys av datan visade att det främst var studiehandledaren som ställde frågor, vilket innebär att eleven sällan ställde frågor. Medan elevens frågor mest handlade om naturvetenskapliga fenomen relaterade till hens tidigare erfarenheter såsom i exemplet ovan, handlade studiehandledarens frågor om betydelsen av enskilda svenska

ord. Ett exempel på det kan ses i översättningsexemplet ovan, där studiehandledaren frågade vad "torkar" betyder.

## Diskussion

Sammanfattningsvis visar studien tre olika meningskapandestrategier som användes av en nyanländ turkisk elev och hans studiehandledare under studiehandledning. Syftet med studiehandledningar är att stödja nyanlända elever i det ämnesspecifika språket. Analysen av datan i denna studie visade att studiehandledaren stödjer eleven genom översättningsaktiviteter, omformuleringar och genom att ställa och besvara frågor, vilket gav möjlighet för eleven att skapa mening i det ämnesspecifika språket och ämnesinnehållet.

Däremot observerades också en rad utmaningar. Exempelvis lyckades inte alltid studiehandledaren översätta korrekt mellan de två språken; studiehandledaren kunde inte alltid använda naturvetenskapliga begrepp i sina omformuleringar och elevens frågor handlade ofta om naturvetenskapliga fenomen medan studiehandledarens frågor var om enkla och enstaka svenska ord. Att som studiehandledare förväntas kunna ge stöd i alla ämnen på två språk är en svår uppgift. Begränsningar i studiehandledarens språk- och ämneskunskaper visade sig i denna studie kunna leda till misstolkning av begrepp, vilket i sin tur begränsade elevens möjligheter till meningsskapande i det ämnesspecifika språket.

Denna forskningsstudie baseras på observationer av en turkisk nyanländ elev och hans studiehandledare under en timmes studiehandledning i NO-ämnet. Det är möjligt att delvis annorlunda resultat skulle kunna uppstå genom att till exempel observera studiehandledning på andra språk, inom andra skolämnen, men kanske även samma språk och samma skolämne men med andra deltagare. Som metodavdelningen förklarar presenterar denna forskningsstudie resultatet från ett specifikt fall.

Min forskning kan dels ge implikationer gällande hur studiehandledare kan undervisa nyanlända elever, dels ytterligare belysa framtida studier. I framtiden kommer jag att utveckla denna forskning med mer datainsamling från studiehandledningssituationer, där turkiska nyanlända elever och deras handledare studerar NO tillsammans.

## Referenser

- Ahmad, M. M. (2014). Understanding Hypertextual Modalities Using Meaning Making Strategies. *Journal of Critical Inquiry*, 12(1), 41-64.
- Brent, H. J. (2019). *Middle School Teachers' Acceptance and Use of Edmodo to Sustain Networked Collaboration*. USA: Walden University.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. London and New York: RoutledgeFalmer.

- Fleder, R. M., & Henriques, E. R. (1995). Learning and Teaching Styles In Foreign and Second Language Education. *Foreign Language Annals*, 28(1), 21-31.
- Gass, S. M. (2013). *Second Language Acquisition An Introductory Course*. New York: Routledge.
- Kosheleva, O., Viera, J., & Kreinovich, V. (2019). Emerging Bilinguals Future Teachers' Digital Behavior in ONLINE Pre-Calculus Class: Mixed Methods Study. *International Forum on Teacher Education*, (4),2-14.
- Kreeft, J. (1984). *Dialogue writing: Analysis of teacher-student interactive writing in the learning of English as a second language*. Washington: Center for applied linguistic.
- Krippendorff, K. (2019). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Los Angeles: Sage.
- Martin, S. H. (1987). *A Description of the Meaning-Making Strategies Reported by Proficient Readers and Writers*. USA: Louisiana State University.
- Moll, L. C. (1990). *Vygotsky and Education: Instructional Implications and Applications of Sociocultural Psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morgan, E. (2014). *Undervisningsmodeller som gynnar flerspråkiga elever*. Malmö: Malmö högskola.
- Ojala, T. (2016). *Mötet med nyanlända elever*. Stockholm: Gothia Fortbildning.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real World Research*. London: Wiley & Sons Ltd.
- Ryoo, K., Bedell, K., & Swearingen, A. (2018). Promoting Linguistically Diverse Students' Short-Term and Long-Term Understanding of Chemical Phenomena Using Visualizations. *Journal of Science Education and Technology*, (27),508–522 .
- Scott, P. (1998). Teacher Talk and Meaning Making in Science Classrooms: a Vygotskian Analysis and Review. *Studies in Science Education*, 32(1),45-80 .
- Skolverket. (2015). *Studiehandledning på modersmålet*. Retrieved from skolverket.se: www.skolverket.se
- Soto-Hinman, I. (2011). Increasing Academic Oral Language Development Using English Language Learner Shadowing in Classrooms. *Teaching Language Learning*, 21-23.
- Warren, A. R. (2017). *Developing multilingual literacies in Sweden and Australia*. Stockholm: Stockholm university.
- Wu, W. (2019). *Chinese EFL Learners' Use of Online Reading Strategies*. USA: Oakland University.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and language*. London: Revised and edited by Alex Kozulin.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* . Ankara: Seçkin print.

## **Författarpresentation**



Feyza Çilingir kom till Sverige från Turkiet 2015 och jobbar nu som doktorand i teknikens och naturvetenskapernas didaktik vid Linköpings universitet. Hon har två års erfarenhet av att undervisa turkiska nyanlända elever som studiehandledare i svenska skolor. I sitt doktorandprojekt fokuserar hon på nyanlända elevers meningsskapande i NO.

# STE(A)M-lärande utanför klassrummet

Cecilia Ekstrand

Tom Tits Experiment, Södertälje

## Sammanfattning

Lärande blir allt mindre institutionaliserat. Det äger rum på många platser, inom och utanför det traditionella skolsystemet. SySTEM 2020 – Science learning outside the classroom är ett EU projekt som strävar efter att bättre förstå effekterna av lärande kring naturvetenskap och teknik utanför de formella utbildningssystemen, så kallad informell och icke-formell inlärningspraxis. Projektet strävar även mot att fördjupa kunskaperna kring och utveckla det informella lärandets roll inom STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), ofta med en konstnärlig eller kulturell koppling (Art) – STE(A)M. Projektet har en bred ansats där både deltagare, det vill säga barn och unga mellan 9–20 år, samt organisationer och verksamheter som utvecklar och erbjuder aktiviteter inom STE(A)M som sker utanför klassrummet är i fokus. Projektet ska även utveckla underlag och kunskap för beslutsfattare och andra intressenter. Projektet består av deltagare från 19 länder/regioner inom EU och Israel/Palestina. Projektet är uppdelat i utvecklingsområden där respektive utvecklingsområde har ett uppdrag att genomlys och tillgängliggöra forskning, praxis och policys i respektive områden. I den här artikeln beskrivs de fem konkreta leveranserna från projektet, vilka är: 1) en forskningsstudie kring barn och ungas attityder och engagemang kring lärande inom STEM, 2) en kartläggning av organisationer och verksamheter som erbjuder STE(A)M-lärande utanför klassrummet, 3) en metod- och verktygslåda för att skapa inkluderande och engagerande aktiviteter, 4) självvärderingsverktyg och mätning av engagemang för de som deltar i informella läraaktiviteter, och 5) en utredning av möjligheten att skapa ett certifikatsystem som är erkänt i hela EU för de som tagit del i informella läraaktiviteter. SySTEM 2020 projektet pågår mellan maj 2018 – april 2021. Samtliga resultat och resurser som skapas i projektet publiceras kontinuerligt på projektets webbsida [www.system2020.education](http://www.system2020.education) och kommer att finnas tillgängliga i tre år efter projektets slut.

## Bakgrund till projektet

Naturvetenskap och teknik har förändrat våra liv dramatiskt både i yrkeslivet, hur vi lever och vad vi gör på fritiden. Samtidigt står vi inför aldrig tidigare skådade utmaningar – miljömässiga, sociala och ekonomiska – drivna av en snabbare globalisering och teknisk utveckling. De barn som börjar skolan 2020 och som kommer att leva i det samhälle vi nu utvecklar är de som ska vara med och utveckla morgondagens samhälle. Dessa barn kommer vara pensionärer runt 2080. Ingen vet hur framtiden kommer att se ut. Vad vi vet är att kunskaper och kompetenser inom naturvetenskap och teknik är väsentliga för att klara att bland annat uppnå

ansatserna i Agenda 2030 med 17 globala mål och framtida målsättningar inom hållbar utveckling.

Att skapa initiativ utanför skolan för att stödja och utveckla barns och ungdomars intresse, kunskaper och förmågor kopplade till naturvetenskap och teknik är inget nytt. Olika typer av vetenskapsmuseer, skrifter och andra aktiviteter som kompletterar och stödjer den formella utbildningen har funnits tillgängliga i hundratals år och har intensifierats sedan 1960-talet. I Europa och Sverige är forskning kring detta område begränsat och trots att man vet att det skapas många initiativ vet man ganska lite om deras effekter och de verksamheter som erbjuder initiativen.

I Sverige finns nationella strukturer för barn- och ungdomars fritidsaktiviteter när det gäller exempelvis idrott via bland annat riksidsrottsförbundet och kultur genom kulturrådet. Däremot finns det ingen motsvarighet för erbjudandet av STE(A)M-relaterade aktiviteter. Med STE(A)M avses Science, Technology, Engineering and Mathematics. Ofta görs också en konstnärlig och/eller kulturell koppling. Art. I Sverige pratas det ofta om aktiviteter som ökar intresset för naturvetenskap och teknik.

Finansiering och stöd till de verksamheter som erbjuder STE(A)M-initiativ för att skapa meningsfulla fritidsaktiviteter som ökar barn- och ungdomars intressen inom naturvetenskap och teknik ser olika ut beroende på var i landet man befinner sig. Näringsliv, kommuner, vissa regioner och stiftelser ger finansiella bidrag till verksamheter. Hur omfattande och långvariga initiativen är varierar också stort. Det är inte ovanligt att initiativen har kopplingar till och genomförs i samverkan med det lokala näringslivet och andra lokala aktörer.

Idag kan vem som helst med en idé och drivkraft starta ett initiativ med målet att öka barns och ungas intresse inom naturvetenskap och teknik, oavsett tidigare kunskap, erfarenhet och bakgrund. Inte sällan blossar initiativ upp inom områden med bristyrken, något som varit tydligt när det gäller till exempel programmering. Motivationen och argumentationen för att erhålla resurser är ofta baserad på att initiativet kommer att öka intresset för naturvetenskap och teknik så att fler barn och unga väljer en yrkesbana inom dessa områden och på så sätt säkrar framtidens kompetensförsörjning. Hur framgångsrika och effektiva dessa initiativ är och har varit är svårt att säga då kunskap och forskningen inom detta område är begränsad. Vad som kan sägas är att resurser i form av miljontals kronor och arbetstimmar spenderas på detta, men ändå ser andelen och fördelningen av antalet sökande till naturvetenskapliga och tekniska utbildningar ut ungefär som det gjort de senaste 20 åren. Gör vi då detta på det bästa sättet? Vilka är framgångsfaktorerna och fallgroparna?

En utmaning med lärande utanför klassrummet inom naturvetenskap och teknik som syftar till att fler barn och unga väljer en utbildning och yrkesbana inom området är att det ofta tar lång tid innan man ser effekter på insatser, om

det ens är möjligt att koppla dessa effekter till enskilda initiativ. Det är förmodligen inte enskilda händelser som är avgörande och det är svårt att veta hur länge ett enskilt initiativ sitter i.

Det kan även vara problematiskt att initiativen endast ses utifrån ett strategiskt kompetensförsörjningsperspektiv. I dagens samhälle borde det vara gynnsamt att utgå från ett generellt perspektiv att en så stor del av befolkningen får ett gott självförtroende och allmänbildning inom naturvetenskap och teknik oavsett vilken yrkesbana som väljs. Resonemanget kan liknas med att vi inte investerar resurser i kommunala kulturskolan eller i idrottsföreningar för att alla barn och unga ska bli kulturarbetare eller elitidrottare.

Syftet med projektet SySTEM 2020 är att göra forskningsgenomlysningar, kartlägga aktuella organisationer och aktiviteter som stödjer informellt lärande, utvärdera ett antal befintliga program och använda denna information för att utforma ett ramverk för naturvetenskaplig och teknisk utbildning utanför de formella utbildningssystemen. Detta görs för att stödja verksamheter att skapa initiativ som vilar på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet som kontinuerligt genomgår systematiskt kvalitetsarbete och verksamhetsutveckling.

SySTEM 2020 är ett ambitiöst projekt som sätter fokus på flera frågeställningar som verksamheter som skapar och erbjuder barn och unga aktiviteter, men även externa finansiärer söker svar på:

- Vilka är barn och ungas attityder och värderingar kring STE(A)M?
- Hur ska aktiviteter och program utvecklas för att de ska bredda deltagandet och öka relevansen för fler barn och unga?
- Kan effekten av barns och ungas engagemang och upplevelse av informellt lärande mätas och i så fall hur?
- Hur kan barn och unga få syn på sitt eget lärande när de deltar i icke-formella aktiviteter?
- Vilka verksamheter finns idag i Europa och Israel och hur arbetar dessa?

Projektets olika delar utvecklas i viss mån parallellt men beskrivs nedan i den ordning de startat.

## **Projektets grund: Konceptuellt ramverk för lärande inom STE(A)M utanför klassrummet**

För att projektmedlemmarna ska utveckla konsensus om ett konceptuellt ramverk kring STE(A)M-lärande utanför klassrummet inleddes projektet med att skapa grunden för ett policydokument, ett så kallat white paper där definitionen av formellt, informellt och icke-formellt lärande blev projektets grund. Detta dokument används sedan som referens och ramverk för framtida arbete inom projektet och kommer att byggas på under projektets gång innan det blir ett formellt

och officiellt policydokument, *Conceptual framework on informal/non-formal science learning* (SySTEM 2020, u.d.).

Genom en systematisk litteraturoversikt av publikationer och rapporter undersöks följande två frågeställningar:

- Hur klassificerar den akademiska litteraturen de lärandeaktiviteterna inom naturvetenskap och teknik som sker utanför klassrummet?
- Vilka är de vanligaste ramverken och perspektiv när lärande inom naturvetenskap och teknik utanför klassrummet analyseras inom forskning?

### **Klassificering av formellt, icke-formellt och informellt lärande inom STE(A)M**

Det finns idag en mängd begrepp och definitioner av det lärande som sker utanför de formella utbildningssystemen. Dessa är formulerade både inom akademien och av organisationer som exempelvis FN, OECD och EU.

Den nuvarande uppdelningen med formellt, informellt och icke-formellt lärande grundades redan under mitten av 1970-talet då tankarna kring livslångt lärande formulerades. Under 1990-talet dominerades forskningen av modeller som beskrev skarpa skillnader mellan det formella lärandet i klassrummen och det lärande som ägde rum utanför skolan. Dessa modeller tog sällan hänsyn till den samverkan och de relationer som finns mellan skolan och de initiativ som erbjuds utanför klassrummet. I dagsläget flätas det formella lärandet och det lärande som sker utanför skolan mer och mer ihop. Med en allt för rigid klassificering med hårt definierade gränser riskerar forskningen att skapa ogrundade distinktioner.

Detta projekt är inriktat på lärande utanför klassrummet vilket gör att det finns ett intresse av att både se på definitionerna av informellt och icke-formellt lärande i sig själva, men även hur dessa förhåller sig till det formella lärandet.

Baserat på en genomlysning av litteraturen utgår SySTEM 2020 från definitioner av formellt, informellt och icke-formellt lärande inom naturvetenskap och teknik som formulerats av National Center for Vocational Education Research of Australia (NCVER 2013/17).

NCVERs definitioner har valts då de är universella och inkluderande med avseende på ämnen, nivåer och sammanhang. Det betyder att dessa definitioner är funktionella för olika åldrar, länder, aktiviteter, förmågor och STEM-områden.

Formellt lärande är det lärande som sker genom ett undervisningsprogram som allmänt erkänns genom en formell behörighet eller utmärkelse (t ex ett certifikat, betyg eller examensbevis). För barn och unga är de obligatoriska skolförmerna en del av det formella lärandet. Även gymnasieskolan, vuxenutbildningen, universitet, yrkeshögskolor och liknande tillhör det formella lärandet.

Informellt lärande är lärande som uppstår i dagliga aktiviteter relaterade till arbete, familj eller fritid. Det är inte organiserat eller strukturerat (när det kommer till mål, tid eller inlärningsstöd). Informellt lärande är i de flesta fall oavsiktligt ur den lärandes perspektiv. Informellt lärande leder vanligtvis inte till någon form av examen eller certifiering.

Icke-formellt lärande omfattar all organiserad och varaktig utbildningsverksamhet som inte motsvarar definitionen för formell utbildning. Icke-formell utbildning kan därför äga rum både inom och utanför utbildningsinstitutioner och tillgodose människor i alla åldrar.

Projektgruppen har haft svårt att göra en distinkt gränsdragning mellan informellt och icke-formellt lärande då de funnit att det inte alltid finns tydliga avgränsningar när lärandet är informellt eller icke-formellt då detta beror på vems perspektiv och vilken situation som avses.

Sammanfattningsvis är flexibilitet och inkludering de primära arbetsprinciperna när de konceptuella ramverken skapas. Detta innebär att informellt och icke-formellt lärande vidare används som likvärdiga motsatser till det formella lärandet.

## **Del 1: Undersökning av barn och ungas lärandeekologi inom STE(A)M**

I denna del av projektet undersöks enskilda barns och ungas lärande-ekologier inom STE(A)M, både i och utanför klassrummet. Med lärandeekologi avses den fysiska, sociala och kulturella kontext som lärandet sker i. Undersökningen leds av ZSI, Centrum för Social Innovation, ett privat icke-vinstdrivande forskningsinstitut i Österrike. Forskningsramverk, urvalskriterier av deltagare och upplägg på undersökningen finns sammanställt i rapporten *Looking at STEAM learning ecologies* (SySTEM 2020, u.d.).

Vid en genomlysning av tillgänglig forskning framkom det att de flesta studier som idag finns kring barn och ungas attityder och göranden inom STE(A)M utanför klassrummet har genomförts i amerikansk eller brittisk kontext. Deltagarna i dessa studier tillhör även dominanta grupper till exempel socialt, ekonomiskt och kulturellt privilegierade. Annan forskning är kopplad till det formella utbildningssystemet eller till fritidsverksamheter där STE(A)M-initiativ inte finns medtagna.

Utifrån denna genomlysning bestämdes det att målet med SySTEM 2020s undersökning är att studera icke-dominanta grupper och ha fokus på jämlikhet. I projektet har samtliga deltagande länder strävat efter att hitta så heterogena urvalsgrupper som möjligt.

Undersökningen består av en kvantitativ surveyundersökning bestående av ett frågeformulär som fått namnet *Saker jag gillar att göra både i och utanför*

skolan. Barn och unga mellan 9–19 år får svara på frågor om saker de gör på sin fritid, grupper de tillhör, stöd från social miljö, vem som uppmuntrar till aktiviteter de gör, frågor om naturvetenskap och teknik, frågor om skolsituation samt sociodemografiska variabler. Utifrån forskningsetiska principer har deltagarnas vårdnadshavare godkänt deras medverkan i studien. I samband med detta har även information om vårdnadshavarnas arbetssituation och högsta utbildningsnivå samlats in. För att få långsiktighet och möjlighet att identifiera eventuella förändringar över tid genomförs undersökningen i två omgångar med samma deltagare. Första omgången genomfördes våren 2019 och omgång två ett år senare, våren 2020.

I åtta deltagande länder kommer surveyundersökningen att kompletteras med fördjupande undersökningar och datainsamling via till exempel lärportfolios kring barn och ungas lärandeekologier.

I Sverige leds undersökningen från Tom Tits Experiment i Södertälje. I den svenska undersökningsgruppen finns barn och ungdomar från tre olika grupper. En grupp består av grundskoleelever som representerar två skolor, en kommunal skola och en friskola. I den andra gruppen finns ungdomar som är knutna till en mer konstnärlig och kulturell fritidsverksamhet. Den tredje gruppen som deltar i studien är ungdomar som har STEM-aktiviteter som ett extraarbete. Det kan handla om ungdomar som leder lägeraktiviteter, arbetar på vetenskapsfestivaler eller på museer. Området kring Södertälje kommun lämpar sig väl för projektets ansats. I området finns en bred spännvidd i demografi med avseende på socioekonomi, migration och boendeförhållanden.

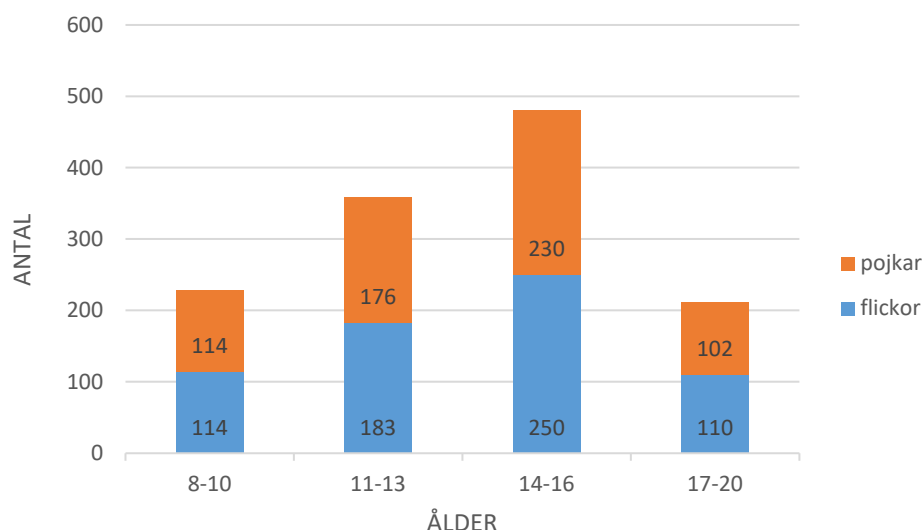
Första omgången av undersökningen är analyserad och resultatet presenteras nedan.

### ***Respondenter i undersökningens första omgång***

Under den första omgången samlades 1322 giltiga enkäter från samtliga 19 deltagande länderna in. De som fyllt i enkäterna har haft möjlighet att välja att inte svara på vissa frågor. Ibland har svarsgruppen blivit så liten att det finns risk att dessa går att identifiera. Det har hanterats genom att inte presentera en specifik kategori för dessa.

Respondenterna är barn och unga mellan i huvudsak 9–19 år. I vissa undersökningsgrupper har det funnits enstaka deltagare som vid undersökningstillfället varit 8 år eller 20 år. Dessa har också inkluderats i underlaget. Det ingår lika många flickor (51%) som pojkar (49%).

Fördelningen av respondenternas ålder och kön framgår i figur 1.



Figur 1 Respondenternas ålders- och könsfördelning.

Att totala antalet i ålders- och könsfördelning skiljer sig mot det totala antalet respondenter beror på att vissa respondenter valt att avstå att svara på frågan om könstillhörighet. Den grupp som svarat icke-binär är så liten att den skulle kunna bli spårbar i ålders- och könsanalysen så dessa tre respondenter har tagits bort.

I övrigt är respondenterna fördelade enligt följande: Knappt en fjärdedel (23%) av respondenterna har erfarenhet av migration. Varannan deltagare (52%) bor i en stad. Var tredje (29%) svarande bor i hem där det pratas flera språk. Tre fjärdedelar (75%) bor tillsammans med minst ett syskon.

Utifrån fördelningen av respondenter har projektdeltagarna lyckats identifiera och undersöka en heterogen grupp, vilket var målet.

## **Resultat i undersökningens första omgång**

Från första omgången går det att läsa ut följande:

### *Respondenterna är självmotiverande, föräldrarna är viktiga*

Respondenterna är högt självmotiverande när det kommer till att engagera sig i saker. Vid frågan om vem som uppmuntrar dem till att göra de aktiviteter de ägnar sig åt är det vanligaste svaret "jag själv". I andra hand kommer föräldrar. Vänner och lärare har endast en liten roll i detta.

Att respondenterna i huvudsak är självmotiverade är inte helt överraskande. Frågan är ställd enligt följande: Vem uppmuntrar dig att göra det du gör? Respondenten väljer sedan ett eller flera alternativ av: jag ägnar mig inte åt det här, en förälder eller en vårdnadshavare uppmuntrar mig, ett syskon uppmuntrar

mig, en far- eller morförälder eller annan släkting uppmuntrar mig, en lärare uppmuntrar mig, en vän uppmuntrar mig samt jag motiverar mig själv.

Vår erfarenhet är att dagens barn och unga i tidig ålder utvecklar medvetenhet om sin egen identitet och egen vilja samt att de har en stor frihet i att vara självständiga och medbestämmande. Det vore mer förvånande om de i denna fråga inte hade visat på självmotivation, speciellt ju äldre respondenten blir. Vid samtal med en respondent fanns till exempel en stor medvetenhet om att hen inte gör den föreslagna aktiviteten men att både hens föräldrar och lärare uppmuntrar hen till att göra det.

Föräldrar är en viktig källa till barn och ungas livsval så det är naturligt att deras uppmuntran och åsikter blir betydelsefulla.

#### *Deltagande i organiserade fritidsgrupper är vanligt*

Majoriteten (81%) av respondenterna är delaktiga i någon form av organiserad fritidsgrupp där icke-formellt lärande kan ske till exempel en fotbollsklubb, kör/musiklektioner, dans, scouterna eller liknande. I familjer som har en hög utbildningsnivå är det mer vanligt att respondenterna deltar i flera organiserade grupper.

Om man ser på deltagande i organiserade fritidsgrupper i en svensk kontext har forsknings- och utvärderingsgruppen Ung livsstil sedan 1984 studerat barn och ungas kultur- och fritidsvanor, preferenser och trender (Ung Livsstil, u.d.). Deras forskningsrapport: Segrar föreningslivet? En studie av svenskt föreningsliv under 30 år bland barn och unga (Ung livsstil, 2014) sammanställer hur många barn och unga som deltar i föreningsliv. Antalet barn och unga som är med i en förening i Sverige, när resultaten i samtliga kommuner läggs ihop är, i mellanstadiet 66%, i högstadiet 53% och i gymnasiet 42%. De konstaterar även att pojkar är med i förening totalt i något större utsträckning än flickor. Alltså något lägre än i jämförelse med den europeiska SySTEM 2020 undersökningen.

Forskningsstudien från 2019: Ökar ojämlikheten utifrån socioekonomisk bakgrund när barn och ungdomar är med i flera idrotter? (Ung livsstil, 2019) bekräftar att socioekonomisk bakgrund påverkar antalet grupper barnet eller ungdomen deltar i.

#### *Socioekonomisk bakgrund påverkar synen på naturvetenskap och teknik*

En tredjedel (33%) av de svarande uppger att science (naturvetenskap och teknik) är ett ämne de pratar om eller gör hemma. I familjer med en hög utbildningsnivå är det mer vanligt att det är en del av deras kultur hemma. 13% av de svarande ser inte hur science (naturvetenskap och teknik) relaterar till deras liv. De deltagare som har familjer med hög utbildningsnivå är mer benägna att se hur science (naturvetenskap och teknik) relaterar till deras liv.

En av de största studierna kring barns och ungas relation till naturvetenskap och teknik utanför skolan har genomförts i forskningsprojektet ASPIRE Young

people's science and career aspirations (ASPIRES, u.d.). Studien genomfördes i Europa och bekräftar att det finns en socioekonomisk ojämlikhet gällande barn och ungas syn på sig själv och naturvetenskap och teknik.

Det är viktigt att inte bortse från den gruppen av barn och unga där föräldrarna har en högre utbildningsnivå men som ändå står långt från naturvetenskap och teknik. De flesta matematiklärare i grundskolans högre åldrar har till exempel med stor sannolikhet mött föräldrar som uttryckt en åsikt om att de inte är kompetenta att hjälpa sina barn trots att de själva har en hög utbildningsnivå.

#### *Djur, natur, kroppen, genetik, rymden och datorer mest intressant*

Nästan tre fjärdedelar (74%) av respondenterna svarade på en öppen fråga att de hade ett ämnesområde de är extra intresserade av. De sex populäraste områdena är: djur, rymden, människokroppen, genetik, datorer och natur.

#### *Barn och unga är intresserade av naturvetenskap och teknik*

Nästan två tredjedelar (65%) av deltagarna tycker om att lära sig om science (naturvetenskap och teknik). De ser även hur det relaterar till dem själva och hur det kan vara användbart i deras vardag. Detta är vanligare hos respondenter från familjer med hög utbildningsnivå.

Det finns en tydlig koppling mellan att tycka om skolans undervisning i naturvetenskap och teknik och att tycka om det i allmänhet. 65% av deltagarna tycker om skolans undervisning. Även här påverkar familjens utbildningsnivå.

Sammanfattningsvis visar SySTEM 2020 på överensstämmande resultat som några av de större internationella studierna som genomförts, till exempel ROSE (ROSE, u.d.), TIMSS (Skolverket, u.d.) och ASPIRES (ASPIRES, u.d.). Barn och ungdomar tycker att naturvetenskap och teknik är intressant och viktigt. Dock finns det ett gap mellan hur eller inom vilka områden skolans undervisning genomförs och barn och ungas engagemang. Utmaningen ligger inte i att öka barnens intresse inom naturvetenskap och teknik. Istället ligger utmaningen i att öka kunskap och kompetens för att skapa ett förändrat beteende hos de som undervisar eller arrangerar lärandeaktiviteter för barn och unga inom naturvetenskap och teknik.

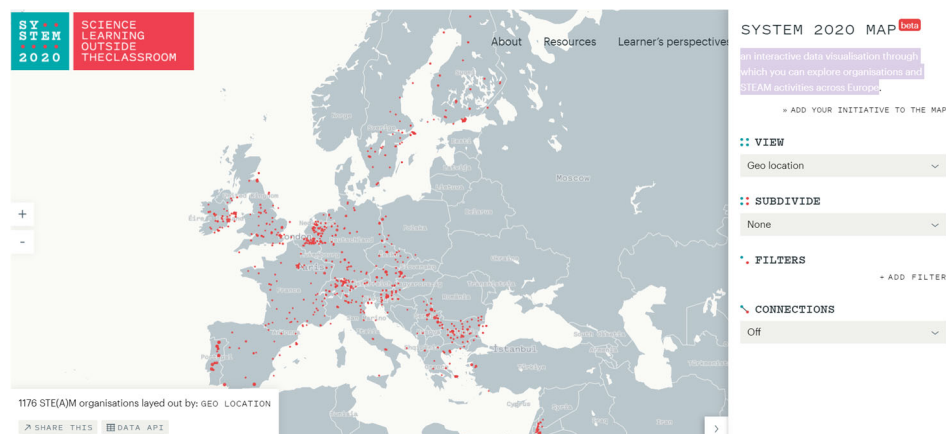
## **Del 2: Kartläggning av STE(A)M-initiativ**

Ett av SySTEM 2020s mål är att identifiera och bättre förstå de organisationer och initiativ som idag erbjuds till barn och unga i Europa för att öka deras intresse för naturvetenskap och teknik. Arbetet med att koordinera insamling av organisationer och visualisera dessa på en gemensam, interaktiv karta leds av organisationen Waag i Nederländerna. Via kartläggningen strävar projektet att få insikt i och kunskap om initiativ runtom i Europa för att skapa en bättre förståelse för

vilka typer av initiativ och program som genomförs, lära av varandra och samarbeta för att kunna svara på utmaningar framöver.

I kartläggningsdelen av projektet har samtliga deltagande parter gjort en nationell genomlysning av organisationer och verksamheter som erbjuder lärande kopplat till STE(A)M utanför klassrummet. Det kan till exempel vara fritidsklubbar, lovaktiviteter, bibliotek, djurparker, museer, science centers, makerspaces, festivaler, tidskrifter, vloggar, bloggar, poddar etcetera. De enda kraven på organisationerna är att de erbjuder någon form av deltagande och att de inte ingår i formella styrdokument eller läroplaner.

När organisationerna identifierats har de kontaktats och erbjudits möjligheten att vara med på den europeiska kartan för informella och icke-formella STEM initiativ.



Figur 2: Kartan över organisationer och verksamheter som erbjuder lärande kopplat till STE(A)M, visualiserad i november 2019, <https://system2020.education/the-map/>.

För att ansluta sig till kartan har organisationerna fått fylla i två typer av formulär. Det ena har varit för att beskriva sin organisation. Det andra har varit att beskriva en eller flera aktiviteter och initiativ som organisationen erbjuder. Organisationen har även blivit ombedd att ange andra organisationer som de anser sig vara kopplade till eller som de anser bör vara med på kartan.

Kartan är en interaktiv datavisualisering som erbjuder utforskande av organisationer och STE(A)M-aktiviteter i hela Europa.<sup>1</sup>

Den insamlade informationen kommer att användas i forskning för att i slutändan råda och påverka politiken på både regional och europeisk nivå. Resultatet som kommer fram från kartläggningen kommer att göras tillgänglig i projektets kanaler under det sista delen av projektet, det vill säga våren 2021.

<sup>1</sup> <https://system2020.education/the-map/>

## **Del 4: Verktyg för att utveckla och stödja det informella lärande inom STE(A)M**

Denna del av projektet handlar om att utveckla verktyg och metoder som kan användas både för forskning och av de verksamheter som utvecklar och erbjuder aktiviteter som stödjer barn och ungas lärande inom STE(A)M utanför skolan.

Ytterligare en målsättning är att förstå hur olika människor upplever informellt lärande inom STE(A)M. Projektet ska också utveckla kunskaper om befintliga metoder och angreppssätt kring hur verksamheter idag skapar engagemang hos deltagare.

De verktyg och metoder som tas fram förväntas kunna användas i olika sammanhang och av en mångfald av användare och verksamheter. Verktygen ska erbjuda användaren kunskaper om och tydliggöra vilka de kritiska utmaningar som den som utvecklar informella och icke-formella aktiviteter inom naturvetenskap och teknik för barn och ungdomar bör förhålla sig till.

För att ta fram verktygen och metoderna används samskapande (co-creation) och samdesign (co-design). Dessa metoder valdes för att de under hela utvecklingsprocessen involverar dem, eller motsvarande personer, som på sikt ska använda eller berörs av verktygen. Genom detta skapas, utöver verktygen och metoderna i sig, även en delad och gemensam förståelse för vilka de kritiska utmaningarna är när aktiviteter utvecklas. Det deltagarinriktade arbetssättet förväntas även stödja att deltagarna identifierar områden och metoder som skulle kunna förbättras och utvecklas.

### ***Utvecklingsprocessen för verktyg och metoder***

Processen för att ta fram verktyg och metoder utvecklas, leds och analyseras av Aalto universitetet i Helsingfors och har genomförts i tre steg: kontextuell undersökning, co-designmöte samt analys av co-designmaterialet.

Den kontextuella undersökningen handlar om att skapa en kvalitativ förförståelse för kontexter, praktiker och människor som involveras i lärande om STE(A)M utanför klassrummet. Utifrån detta kan de preliminära utmaningarna definieras. Undersökningen har genomförts genom fältstudier och intervjuer hos aktörer i Finland samt genom en enkät och digitalt introduktionsmöte med projektets deltagare.

I co-designmötet involverades samtliga organisationer som ingår i projektet, ett antal inbjudna verksamheter som erbjuder STE(A)M aktiviteter samt ungdomar från Europa. Syftet med co-designmötet var att skapa en gemensam delad förståelse för de möjligheter och utmaningar som finns samt att tillsammans utveckla lösningar för hur lärande inom STE(A)M utanför klassrummet kan stödjas. I projektet har inkludering, engagemang samt bedömning och erkän-

nande av informellt och icke-formellt lärande definierats som områden att fokusera på. Under mötet var deltagarna uppdelade i de tre områdena för att utveckla dessa parallellt. Processen som användes under co-designmötet var följande: Deltagarna fick tillsammans skapa en konceptuell karta över det område som man var tilldelad (inkludering, engagemang samt bedömning och erkännande). Utifrån kartan identifierades möjligheter och utmaningar som sedan grupperades och prioriterades gemensamt. När de prioriterade möjligheterna hade identifierats genomfördes idéutveckling i mindre grupper för de fyra högst prioriterade områdena per område. För att skapa samsyn presenterade de tre olika områdena kontinuerligt sina idéer för varandra under processens gång. Metoden som användes för detta arbete bestod i brainstorming, skisser och stödmallar. Hela metoden och materialet finns beskriven på projektets webbplats för resurser (SySTEM 2020, u.d.).



Figur 3: Bilder tagna under co-designmötet

Analys av co-designmaterialet handlade om att skapa insikter från co-designmötet och skapa rekommendationer för hur aktiviteter och verktyg ska designas för att stödja lärande inom STE(A)M utanför klassrummet. Utifrån det analyserade materialet har designprinciper identifierats och presenteras nedan.

### ***Designprinciper för STE(A)M-lärande utanför klassrummet***

Aalto universitetet har identifierat följande gemensamma punkter för god praktik som enar europeiska verksamheter som arbetar med och utvecklar informellt och icke-formellt STE(A)M-lärande. Dessa punkter bör en verksamhet uppmärksamma vid utvecklande av STE(A)M -relaterade aktiviteter.

### *Uppmuntra till mångfald*

Mångfald existerar på många olika nivåer. Mångfalden bland de människor som är involverade i och arbetar inom STE(A)M, kontexten, definitionen av STE(A)M, hur deltagandet ser ut. För att kunna dra nytta av mångfald behöver det skapas möjligheter och miljöer som stödjer och tillåter olika sätt att vara och relatera till STE(A)M.

### *Använd metoder som skapar deltagande*

Samhällen, grupper och individer vet själva vad som är relevant för dem. Involvera dem från början och gör dem till en del av processen. Lyssna till, anpassa och var närvarande där de tilltänkta deltagarna befinner sig. Använd de resurser och strukturer som redan finns. Börja litet, börja lokalt och dra nytta av det som är lättillgängligt. Gör det själv (DIY – Do It Yourself) och billiga och tillgängliga aktiviteter, material och resurser kan motivera människor att komma igång och engagera sig i STE(A)M-lärande. Ge deltagarna möjlighet att börja där de ser relevans samt på sin egen nivå och efter sina egna förmågor.

### *Skapa kopplingar mellan formellt och informellt/icke-formellt lärande*

Upprätta nätverk mellan aktörer och miljöer som är kopplade till STE(A)M-lärande. Utnyttja möjligheterna till att skapa relationer och kopplingar mellan formella, icke-formella och informella lärmiljöer. Utgå ifrån och bygg vidare på deltagarnas intressen och uppmuntra det lustfyllda, kravlösa lärandet. Hjälpt deltagarna att uppmärksamma läroprocessen men undvik traditionella bedömningsmetoder och betyg.

### *Uppmuntra till risktagande och att lära av sina misstag*

Främja utforskande och experimenterande. Människor lär av erfarenheter och med lämplig struktur kan misslyckanden leda till bestående lärande. Lämna inte deltagaren ensam i okända och otrygga situationer, använd dessa erfarenheter till att trigga nyfikenhet och kreativitet.

### *Utgå från tvärvetenskapliga kompetenser*

STE(A)M-lärande handlar inte bara om specifika ämnesförmågor och kunskaper. Tvärvetenskapliga kompetenser som kreativitet, samarbete och kommunikation är också viktiga för att möjliggöra olika sätt att delta och engagera sig i STE(A)M-lärande. Att främja tvärvetenskaplighet genom till exempel konst och kultur, STEAM, skapar en grund för en varierade och mångfaldig autonom lärandegemenskap.

### *Uppmärksamma deltagarnas prestationer*

Att uppmärksamma att lärande är viktigt eftersom det skapar möjligheter till vidare utbildning och arbetslivsmöjligheter. Det främjar även deltagarens motivat-

ion och självförtroende. Stötta och medvetandegör deltagarna om deras utveckling och prestationer så att de kontinuerligt utmanar sig själva utifrån sin ambitionsnivå och förmåga.

### **Fortsatt arbete med designprinciper och utvecklingsverktyg**

Under fortsättningen av projektet kommer fler metoder och verktyg att tas fram och provas ut innan de publiceras i SySTEM 2020s webbportal som resurser. Metoderna och verktygen kommer att vara riktade till utbildare, pedagoger, workshopsledare, utvecklare och samordnare som arbetar inom en rad olika sammanhang och verksamheter men som samtliga är kopplade till barn och ungas lärande inom STE(A)M.

Även om lärande inom STE(A)M utanför klassrummet kan ske i en mängd olika sammanhang finns det tre gemensamma identifierade utmaningar som förklarar dem:

- Interaktionen med besökaren/deltagaren är relativt kortvarig. Vanligtvis från några minuter till ett par dagar.
- Deltagarna tillhör ofta specifika grupper
- De som utvecklar och genomför aktiviteter måste vara skickliga inom en mängd olika områden.

Designprinciperna kommer att innehålla allmänna riktlinjer för utformning av informella och icke-formella lärandeaktiviteter inom STE(A)M. Dessa principer kommer att presenteras med metoder och exempel på beprövad erfarenhet för att ge en förståelse för hur de kan användas och anpassas i olika sammanhang.

För närvarande genomför Aalto universitetet en kartläggning av litteratur och benchmarking av existerande verktyg. Utöver detta bidrar de deltagande projektmedlemmar som har erfarenheter inom utveckling av aktiviteter inom STE(A)M med exempel på "tänk på", "undvik" och beskrivningar av programaktiviteter som kan användas som beprövad erfarenhet och råd kring vad som bör beaktas vid utveckling av programaktiviteter.

Projektet arbetar även vidare med ett policydokument som fokuserar på jämlikhetsbaserad STE(A)M -lärande utanför klassrummet. Denna beräknas vara klar i slutet av projektet, våren 2021.

## **Del 5 – Självskattning, engagemangsmätning och ackrediteringssystem**

Den del av projektet som handlar om de lärandes perspektiv fokuserar i huvudsak på tre områden: ett självskattningsverktyg, en engagemangsmätare samt möjligheten till ett ackrediteringssystem för informellt lärande. Dessa delar av projektet

befinner sig i dagsläget i pilot- och kartläggningsfas. Det finns med andra ord inga konkreta resultat ännu.

Självtvärderingsmaterialet handlar om hur de lärande kan få syn på sina förmågor för 2000-talet (21<sup>st</sup> century skills) som fokuserar på kommunikation, samarbete, kreativitet och kritiskt tänkande.

Engagemangsmätarens mål är att utforska det långsiktiga sambandet mellan informella STE(A)M aktiviteter och informellt och icke-formellt lärande. Projektet vill ta reda på i vilken utsträckning informella och icke-formella aktiviteter, utställningar och program skapar engagemang hos deltagarna.

Den sista delen av projektet fokuserar på att utveckla en djupare förståelse kring och möjligheten till ett ackrediteringssystem för icke-formellt lärande. Denna del börjar under våren 2020 med en kartläggning av aktuellt läge i deltagarländerna. Resultatet kommer att presenteras på projektets webbplats (SySTEM 2020, u.d.)

## SySTEM 2020 - projektbeskrivning

Nedan följer en kort beskrivning av projektet, vilka projektets centrala uppgifter är samt de ingående organisationerna som bidrar till projektet.

SySTEM 2020 – science learning outside the classroom är ett projekt som pågår mellan maj 2018 och april 2021. Projektet ingår i EU:s forsknings- och utvecklingsprogram Horizon 2020-EU.5.d. – *Encourage citizens to engage in science through formal and informal science education, and promote the diffusion of science-based activities, namely in science centres and through other appropriate channels.*

SySTEM 2020 har formulerat fem huvudområden att arbeta med i projektet:

1. **Kartlägga och utvärdera**  
Skapa en översikt över icke-formellt och informellt naturvetenskapligt och tekniskt lärande i Europa som bidrar till en vetenskaplig kunskapsbas i och för samhället.
2. **Förstå och konceptualisera**  
Involvera intressenter i arbetet med att identifiera de viktigaste utmaningarna med naturvetenskapligt och tekniskt lärande utanför klassrummet och att tillsammans utforma idéer och koncept som stöd för naturvetenskaplig och teknisk bildning.
3. **Utforma, utveckla och verkställa**  
Utarbeta nya verktyg, ramverk och metoder som kan tillämpas i icke-formella utbildningsprogram.

4. **Analysera och utveckla**  
Utvärdera erfarenheterna från de framtagna verktygen och göra dem effektivare genom en iterativ designprocess.
5. **Engagera och informera**  
Kommunicera och sprida viktiga resultat som framkommer under de tre år som projektet pågår.

### ***Projektorganisation och projektdokumentation***

SySTEM 2020s organisation kan delas in i två funktioner: den ena funktionen består av ett forsknings- och utvecklingskonsortium bestående av universitet och andra forsknings- och utvecklingsorganisationer. Den andra funktionen består av en grupp med tredjepartsdeltagare som har som uppdrag att bistå konsortiet med datainsamling, erfarenhetsåterkoppling och spridning av projektet. Denna grupp är alla medlemmar av *The European network of science centres and museums, ECSITE* och arbetar nära barn och ungdomar.

Hela projektorganisationen koordineras av Science Gallery i Dublin och ECSITE koordinerar tredjepartsdeltagarna.

#### *Deltagande verksamheter i projektet*

Science gallery at Trinity college Dublin (Irland), Waag (Nederländerna), Aalto universitetet (Finland), ECSITE (Belgien), ARS Electronica (Österrike) Bloomfield Science museum (Israel), Kersnikova (Slovenien), Center for the promotion of science - CPN (Serbien), Museo nazionale scienza e tecnologia Leonardo Da Vinci – MUST (Italien), Parque de las Ciencias (Spanien), NOESIS (Grekland), Technopolis (Belgien), Science Gallery London (Storbritannien), TRACES (Frankrike), Raumschiff (Schweiz), EMBL (Tyskland), Tom Tits Experiment (Sverige), MUSEIKO (Bulgarien), Fundação da Juventude (Portugal), ZSI (Österrike), LATRA (Grekland).

#### *Projektdokumentation*

Allt material som produceras i projektet i form av rapporter, policydokument, verktyg, karta och övrigt material finns tillgängligt på projektets webbportal <https://system2020.education/>. Portalen uppdateras kontinuerligt. Efter att projektet avslutats i april 2021 kommer materialet att finnas kvar i tre år.

Utöver projektportalen finns det möjlighet att följa projektet via nyhetsbrev och sociala medier, Twitter: @system2020eu, Facebook: @SySTEM2020, Instagram: system2020eu och YouTube: Ecsite Executive Office spellista SySTEM2020.

## Referenser

- ASPIRES. (u.d.). Hämtat från <https://www.ucl.ac.uk/ioe/departments-and-centres/departments/education-practice-and-society/aspires-research>
- ROSE. (u.d.). *ROSE The Relevance of Science Education*. <https://roseproject.no/>
- Skolverket. (u.d.). *TIMSS: en studie om kunskaper i matematik och naturvetenskap*. <https://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/internationella-jamforande-studier-pa-utbildningsområdet/timss-internationell-studie-om-kunskaper-i-matematik-och-naturvetenskap-hos-elever-i-arskurs-4-och-8>
- SySTEM 2020. (u.d.). *Conceptual framework on informal/non-formal learning*. Hämtat från <https://system2020.education/>; <https://system2020.education/resources/conceptual-framework-on-informal-non-formal-science-learning/>
- SySTEM 2020. (u.d.). *Looking at STEAM learning ecologies*. Hämtat från <https://system2020.education/>; <https://system2020.education/resources/report-on-the-definition-of-parameters-for-recruitment-in-19-locations/>
- SySTEM 2020. (u.d.). *SySTEM 2020 resources*. Hämtat från SySTEM 2020 Science learning outside the classroom: <https://system2020.education/resources/>
- Ung Livsstil. (u.d.). Hämtat från Ung livsstil: <https://www.unglivsstil.org/>
- Ung livsstil. (2014). *Segrar föreningslivet? En studie av svenskt föreningsliv under 30 år*. Hämtat från Ung livsstil: <https://www.unglivsstil.org/wp-content/uploads/2019/01/Segrar-f%C3%B6reningslivet.pdf>
- Ung livsstil. (2019). *Ökar ojämlikheten utifrån socioekonomisk bakgrund när barn och ungdomar är med i flera idrotter?* Hämtat från Ung livsstil: <https://www.unglivsstil.org/wp-content/uploads/2019/05/%C3%96kar-øj%C3%A4mlikheten-utifr%C3%A5n-socioekonomisk-bakgrund-n%C3%A4r-barn-och-ungdomar-%C3%A4r-med-i-flera-idrotter.pdf>



*This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No.788317.*

## **Författarpresentation**



Cecilia Ekstrand är civilingenjör och legitimerad lärare i teknik, matematik och fysik i spannet Åk4-Gymnasiet. Sedan 2012 är hon verksam som pedagog och programutvecklare på Tom Tits Experiment i Södertälje. Tom Tits är ett av Sveriges äldsta och största Science centers. Under sitt arbete på Tom Tits har hon främst fokuserat på hur icke-formella lärmiljöer kan vara ett stöd och en arena för unga och vuxnas bildning och identitetsskapande inom STEAM. Hon har under många år arbetat med professionsutveckling av förskollärare och lärare inom naturvetenskap och teknik. Cecilia är projektledare för Tom Tits Experiments medverkan i SySTEM 2020 och således Sveriges representant i projektet.

# ”Nu kan vi sätta ord på det vi gör” – att utveckla naturvetenskap och teknik i förskolan

Nina Eliasson och Anna-Karin Westman

Mittuniversitetet

## *Sammanfattning*

*I detta bidrag delar vi med oss av våra erfarenheter att genomföra fortbildningskurser i naturvetenskap och teknik för pedagoger i förskolan. Syftet med kurserna är att deltagarna ska förvärva kunskaper inom teknik och naturvetenskap och få möjlighet att stärka tilltron till sin förmåga att planera och leda pedagogisk verksamhet om naturvetenskap och teknik. I den här texten beskriver vi hur kursen har genomförts. För att bedöma hur genomförandet av kursen motsvarar fastställda mål har vi utgått ifrån pedagogernas utvärderingar i anslutning till kursavslut. Från utvärderingar och diskussioner med deltagarna kan vi se flera exempel på olika framgångsfaktorer i samband med fortbildning som exempelvis en glädje över att upptäcka naturvetenskapen i det man redan gör på förskolan. Deltagarna beskriver också hur de upplever att de sänkt kraven på sig själva om att alltid kunna leverera de korrekta svaren på barnens frågor. Istället vågar de oftare ställa produktiva frågor och utforska vidare tillsammans med barnen.*

## **Utvärdering av kompetensutvecklingsinsats för förskollärare**

Efter att under ett antal år ha genomfört uppdragsutbildningen Naturvetenskap och teknik i förskolan - didaktisk inriktning, delar vi som utbildare den gemensamma upplevelsen av att kursen har varit uppskattad bland deltagarna. De utvärderingar av fortbildningen som genomförts i samband med kursavslut har givit samma positiva bild. För oss som utbildare, bidrar så klart dessa positiva omdömen om kursen till arbetsglädje och med det skulle vi egentligen kunna vara nöjda. Samtidigt vill vi fortsätta att utveckla både den här kursen och andra liknande kurser så därför har vi ställt oss frågan om vår egen och kursdeltagarnas insatser inom ramen för kursen ger några bestående effekter för verksamheten ute på förskolorna. För att undersöka detta planerar vi nu att följa upp hur kursdeltagarna arbetar med naturvetenskap och teknik i förskolan en tid efter avslutad kurs. Den här texten är en inledning på detta uppföljningsarbete och handlar

om hur vi fram till idag har genomfört dessa kurser och hur kursdeltagarna beskriver sina erfarenheter i sina utvärderingar av kursen.

### **Genomförande av kursen *Naturvetenskap och teknik i förskolan* – didaktisk inriktning**

Förändringar i förskolans styrdokument har medfört nytt eller förtydligat tidigare innehåll. Detta har medfört ett behov av kompetensutveckling för förskolans personal. Skolverket skrev redan i sin lägesbedömning 2009 om ett generellt behov av fortbildning för att höja förskolans kvalitet (Skolverket, 2009). En förändring som haft betydelse är 2010 års revideringen av läroplanen för förskolan (Lpfö98) då målen för naturvetenskap och teknik både utökades och förtydligades (Skolverket, 2010). Svaret på detta behov blev förskolelyftet med naturvetenskap och teknik som en del av Skolverkets kursutbud. Mittuniversitetet utformade en sådan kurs, som enligt överenskommelsen skulle rikta sig till förskollärare som var anställda i förskolan. Kursen skulle omfatta 7,5 högskolepoäng, ges på kvartsfart under en termin och i stor utsträckning bedrivs på distans. Förskolelyftet pågick mellan 2012 och 2015 men efter avslutad satsning gjordes ändå bedömningen att det fanns ett fortsatt behov av dessa kurser. Mittuniversitetet har därför på uppdrag av Skolverket, fortsatt att erbjuda kursen fram till och med hösten 2019. Nytt från 2016 var att alla medarbetare i förskolan fick utrymme att delta i kursen, till skillnad mot tidigare år, då enbart utbildade förskollärare var behöriga att söka den.

Kursens utformning har utgått från den ramkursplan som angivits i överenskommelsen med lärosätet. Men i den finns också utrymme för lärosätet att göra egna val av utformningen. Grunden för kursen är enligt överenskommelsen att den ska utgå från relevanta mål i den aktuella läroplanen. En viktig del är också att deltagarna ska stärka tilltron till sin egen förmåga att undervisa i naturvetenskap och teknik i förskolan samt utveckla sin förmåga att tillvarata barns nyfikenhet, erfarenhet och intressen. När kursen givits i Mittuniversitetets regi har vi också fokuserat på att det deltagarna arbetar med under kursens gång ska leda till bestående förändring i förskolans sätt att arbeta med naturvetenskap och teknik. Utöver de åtaganden som finns angivna i överenskommelsen har vi som lärarutbildare ytterligare faktorer att ta hänsyn till vid planering och genomförande av kursen. Vi möter deltagare med varierande ålder, erfarenheter från utbildning, yrkesverksamhet och erfarenhet av naturvetenskap och teknik privat och i utbildningssammanhang, vilket leder till att vi måste anpassa kursinnehållet på ett sådant sätt att kursdeltagarna utvecklar sina kunskaper och färdigheter så att de kan bedriva sin verksamhet i enlighet med vad som finns angivet i läroplanen för förskolan, Lpfö 18 (Skolverket, 2010).

Kursen omfattar fyra gemensamma träffar med hemuppgifter att genomföra mellan träffarna. Varje träff genomförs under en heldag och innehåller föreläsningar, seminarier och laborationer. Föreläsningarna har delats upp i biologi, kemi, digitala verktyg, fysik och teknik och alla föreläsningar innehåller ämnesdidaktiska inslag med fokus på de olika ämnena och förskoleverksamhet. Vårt val att dela upp föreläsningarna ämnesvis bygger inte på någon ämnesdidaktisk idé utan beror enbart våra egna olika ämnesbakgrunder.

Hemuppgifterna omfattar praktiska aktiviteter som kursdeltagarna genomför i den egna barngruppen samt läsning av kurslitteratur. Deltagarna får utforma egna aktiviteter med barnen, aktiviteter som ska anknyta till biologi, kemi, fysik och teknik. För att möta deltagarnas skilda erfarenheter av studier har vi valt att låta redovisningen av aktiviteterna följa en progression genom att gå från enkel redovisning i seminariegrupper med enbart bilddokumentation som stöd till att skriva en enkel handledning efter den sista hemuppgiften. På så sätt försöker vi avdramatiseras det examinerande momentet och fokus hamnar istället på ”görandet” och det efterföljande erfarenhetsutbytet i kursgruppen. Innehållet under och mellan kursträffar syftar till att ge deltagarna nya ämneskunskaper, öka den didaktiska medvetenheten om undervisning i naturvetenskap och teknik och stärka kursdeltagarnas tilltro till den egna förmågan att bedriva denna undervisning. Vår uppfattning är att detta arbetssätt bidrar till en ökad trygghet i att undervisa om naturvetenskap och teknik, att kursdeltagaren efterhand upptäcker naturvetenskap och teknik i det som redan görs ute i verksamheten och att det leder till flera tips och idéer om ytterligare aktiviteter från oss kurslärare, andra kollegor och kurslitteraturen.

### ***Kursträffarna och arbetet däremellan***

Den första träffen inleds med en presentation av oss själva och gruppdeltagarna där samtliga berättar vilka förväntningar som finns på kursen. Därefter följer information om kursen och genomgång av den digitala kursplattformen där vi kommunicerar med kursdeltagarna och examinerande uppgifter lämnas in. Vi introducerar den frivilliga litteraturuppgiften som kursdeltagarna arbetar med under hela kurstiden och där godkänd uppgift, utöver övriga kurskrav, ger högskolepoäng. Den första träffen innehåller också en föreläsning med inriktning mot naturvetenskapens karaktär och mot biologi. Föreläsningens innehåll är ämnesspecifikt med inriktning mot hur ämnesinnehållet kan vara en del av förskolans undervisning. Syftet med detta är att koppla ett specifikt innehåll till lärande, vilket är en viktig faktor för fortbildning (Sülau, 2019). Vi håller också en kortare föreläsning som handlar om att låta undervisningen utgå från barnens intresse och hur lärare kan styra olika aktiviteter genom att ställa produktiva frågor. Därefter introduceras de första hemuppgifterna. Den första uppgiften är att läsa två av kursböckerna som har didaktisk inriktning med anknytning till föreläsningarna. För

att tydliggöra centralt innehåll i litteraturen får deltagarna också några frågor kring litteraturen att förhålla sig till vid läsningen. Litteraturen har också anknytning till den andra hemuppgiften som handlar om att genomföra en aktivitet med biologiriiktning i barngruppen. Därmed får innehållet i litteraturen den koppling till elevernas lärande som Sülau (2019) menar är betydelsefullt.

Den andra träffen inleds med två seminarier; ett om den praktiska uppgiften i barngruppen och ett annat om litteraturen deltagarna läst. Seminarierna genomförs som kollegiala samtal i grupper om cirka fyra deltagare och deltagarna redovisar, med stöd av sina bilder, aktiviteten med barnen. Vid seminarierna får deltagarna samtalsinstruktioner för att alla i grupperna ska komma till tals. Utformningen av hemuppgifterna och seminarierna ger möjlighet till ett aktivt och kollektivt deltagande vilket också motsvarar två av de faktorer som enligt Sülau (2019) behövs för en framgångsrik fortbildning. Träff två innehåller också en kemiföreläsning, laborationer och introduktion av de två hemuppgifterna inför träff tre. En av dessa är att genomföra en aktivitet med inriktning mot kemi och den andra är att läsa ytterligare en kursbok. Aktiviteten i barngruppen dokumenteras denna gång med bilder och en kort, förklarande text.

Den tredje träffen har i stort sett samma form som träff två med den skillnaden att temat för föreläsning, laborationer och kommande hemuppgift är fysik och teknik. Hemuppgifterna till träff fyra är att genomföra en aktivitet med fysik eller teknikinriktning och läsa ytterligare en kursbok. Aktiviteten i barngruppen redovisas denna gång som en enkel handledning med de andra kursdeltagarna som målgrupp. Träff fyra inleds även den med seminarier om aktiviteter och litteratur och ytterligare ett seminarium som behandlar den frivilliga litteraturuppgiften. Den uppgiften innebär att deltagarna ska skriva en reflekterande text på två till tre sidor om all kurslitteratur.

## **När lyckas insatser för kompetensutveckling?**

Veronica Sülau (2019) menar att det enligt delar av forskningsvärlden råder enighet kring vad som bidrar till att kompetensutveckling ger hög kvalitet med avseende på innehåll, sammanhang och utformning av kompetensutvecklingsinsatsen. Laura Desimone (2009) har pekat ut fem betydande faktorer inom utbildningsvetenskaplig kompetensutveckling för att möjliggöra ökad kompetens bland lärare vilket i sin tur genererar ökad kvalitet i undervisningen med möjlighet till ökade prestationer hos eleverna. Dessa nyckelfaktorer är *innehåll, aktiva deltagare, sammanhang, varaktighet* och *kollektivt deltagande*.

Trots att dessa faktorer inte uttryckligen finns angivna i uppdragsbeskrivningen har vi planerat och genomfört kursen på ett sådant sätt att dessa faktorer direkt eller indirekt berörts. Sülau (2019) konkretiserar innehåll som aktiviteter med en koppling till ett specifikt innehåll och elevers lärande av detta innehåll.

Kompetensutvecklingen behöver också ingå i ett sammanhang där dess mål, innehåll och aktiviteter stämmer överens med verksamhetens mål och riktlinjer, elevers behov och lärares kunskaper (Desimone, 2009). I vår kurs motsvaras detta innehåll av dels ämneskunskaper, dels ett ämnesdidaktiskt innehåll. Ett aktivt deltagande innebär, till skillnad från ett passivt deltagande, att deltagare får möjlighet att vara aktiva i relation till innehållet, vilket vi inom ramen för kursen tillgodoser genom diskussioner i gruppseminarier, vid laborationer och i de olika aktiviteter som genomförs tillsammans med barngruppen. Vid seminarierna och laborationerna uppnås också målet med lärares kollektiva deltagande som enligt Desimone (2019) är betydelsefullt för att skapa en interaktiv lärandemiljö. I samband med kompetensutveckling är det också betydelsefullt att aktiviteter sker regelbundet och över tid (Sülau, 2019). Dock är våra möjligheter att leva upp till kravet på varaktighet begränsade till en termin. Visserligen är flera inslag återkommande i kursen men för att kunna säga något om fortbildningsinsatsen har varit lyckad på längre sikt behöver vi veta om olika aktiviteter kopplade till naturvetenskap och teknik i barngrupperna även genomförs efter avslutad kurs.

## Kursutvärderingarna i relation till framgångsfaktorer för kompetensutveckling

I kursutvärderingarna som lämnats av kursdeltagarna efter avslutad kurs finns synpunkter på kursen som kan kopplas till de framgångsfaktorer för kompetensutveckling som beskrivits tidigare (*innehåll, aktiva deltagare, sammanhang, varaktighet och kollektivt deltagande* (Desimone, 2009)).

De synpunkter från kursutvärderingarna som direkt kan kopplas samman med de naturvetenskapliga ämnena, teknik och ämnesdidaktik, kursens *innehåll*, har varit få eller har enbart omnämnts indirekt. En kursdeltagare skrivet att "*Vi jobbar med NO hela tiden utan att tänka på att det är just det*" och en annan skrivet att "*Jag ser fysik, kemi och biologi i massor som vi gör och tar vara på tillfällena bättre.*". Ryckta ur sitt sammanhang kan dessa kommentarer tyckas märkliga, men det som beskrivs i citaten är ett uttryck för att deltagarna tidigare har arbetat med många olika aktiviteter ute i verksamheten som har ett naturvetenskapligt innehåll men att de tidigare inte varit medvetna om denna koppling. Dessa kommentarer behöver sättas i relation till vår egen ambition med kursen om att avdramatisera naturvetenskap som ämne. Kommentarererna kan därmed tolkas som tecken på att deltagarna under kursens gång har utvecklat sin förmåga att, i den dagliga verksamheten identifiera naturvetenskap och teknik och att sätta ord på denna verksamhet. Detta innebär i sin tur en stärkt förmåga att bedriva verksamheten enligt de riktlinjer som är fastställda i Läroplan för förskola (Skolverket, 2010).

Andra kommentarer i utvärderingarna handlar mer om kursens *didaktiska innehåll* där deltagarna ska utveckla sin förmåga att tillvarata barns nyfikenhet, erfarenhet och intressen. Vi tänker att detta kan relateras både till framgångsfaktorn *innehåll* och till *sammanhang* eftersom de didaktiska inslagen är en del av det ämnesinnehåll täcks in i kursen samtidigt som didaktik ingår som en naturlig del vid genomförandet av de praktiska aktiviteterna och vid redovisning av hemuppgifterna. En kursdeltagare skriver som svar på frågan vad kursen har medfört att hon nu har *"Nya frågeställningar - arbetssätt att tänka kring"*. En annan deltagare skriver att hon blivit uppmärksam på hur man kan *"... spinna vidare på barns intresse"* och *"... använda produktiva frågor. Tänk mer på processen istället för målet"* vilket varit återkommande inslag vid föreläsningar och i kurslitteraturen.

Ett uttalat mål med kursen har varit att deltagarna ska stärka tilltron till sin egen förmåga att undervisa i naturvetenskap och teknik i förskolan. Vår övertygelse är att avsaknad av tilltro till den egna förmågan påverkar undervisningens kvalitet i negativ riktning och att den i värsta fall inte blir av. Progressionen i redovisningen av kursuppgifterna har varit ett sätt att arbeta med att stärka deltagarnas tilltro till den egna förmågan. Vår uppfattning är att kursdeltagarna har uppskattat grundtanken om progression vilket följande kommentarer också indikerar: *Jag tyckte upplägget på uppgifterna var bra, att det "trappades upp"* och *"Jag har rent personligt lärt mig att jag klarar mer än jag trodde. Var väldigt osäker på om jag skulle fixa denna kurs, Nu är iofs inte allt bedömt än, men jag känner mig nöjd och tillfreds med mitt arbete"*. I utvärderingen av kursen finns också kommentarer som handlar om att våga mer och inte vara rädd för att det ska bli fel. En deltagare skriver exempelvis *"Att inte ge upp, att våga prova sig fram"*. Ett annat sätt att arbeta har varit återkommande gruppdiskussioner kring kursens uppgifter där erfarenhetsutbyte mellan deltagarna varit ett uttalat mål vilket medfört betydande inslag av lärares *kollektiva deltagande* för en interaktiv lärandemiljö. Kommentarer liknande dessa *"Positivt och utvecklande att samtala med kollegor från andra förskolor"*, *"Bra med redovisningarna, många tips från andra"* och *"Att få diskutera med andra har givit mer"* är vanligt förekommande i utvärderingarna.

Utvärderingarna innehåller också kommentarer kring kompetensutvecklingen satt i ett sammanhang med avseende på att dess mål, innehåll och aktiviteter ska stämma överens med den egna verksamhetens mål och riktlinjer, elevers behov och lärares kunskaper. Det vi har noterat under kursernas gång är att deltagarna utgår ifrån den egna verksamheten och att de anpassar sina aktiviteter efter den. Exempel på sådana kommentarer är: *"Bra med komplettering från verkligheten"*, *"Jag har lärt mig att ta hjälp och använda mig av min närmiljö på min arbetsplats"* och *"... hur man bakar in naturvetenskapen lättare i vardagen"*. En annan betydelsefull kommentar som hänger samman med verksamhetens mål och riktlinjer med avseende på uppföljning och dokumentation av

verksamheten i förskolan är *“Nu kan vi sätta ord på det vi gör”*. Kursen har därmed inneburit att deltagarna har utvecklat verktyg för att hantera dokumentationskraven vilket i förlängningen också kan ses som ett resultat av stärkt tilltro till den egna förmågan.

Den konstruktiva kritik som framkommer i utvärderingarna kan delas in i två kategorier; kritik på sådant som ligger utanför vår möjlighet att påverka och kritik på sådant som vi kan ändra och förbättra. Till den första kategorin hör exempelvis synpunkter som handlar om arbetsgivarens timtilldelning för att delta i kursen, att de hade önskat att fler deltagare från den egna enheten haft möjlighet att delta och önskemål om fler och längre kursträffar. Sådant som vi kan påverka eller förbättra handlar ofta om vår digitala lärplattform där ett flertal upplever den som krånglig. Här kan vi bli bättre och tydligare i våra instruktioner. Annan kritik handlar om när på dagen olika kursmoment är förlagda där man önskar att vi planerar in föreläsningar före lunch och mer aktiva inslag på eftermiddagen. En del synpunkter rör önskemål om mer av något ämnesinnehåll, vanligtvis teknik och ytterligare laborationer. Med den begränsade tid vi har för våra träffar är det svårt att pressa in ytterligare innehåll i schema. Det vi kan göra är dock att fundera över fördelningen av ämnesinnehåll och aktiviteter under träffarna.

## **Varaktighet – en kommande kursuppföljning**

För att insatser av kompetensutveckling ska anses vara lyckade behöver det finnas varaktiga inslag i verksamheter som kan sägas vara ett resultat av den aktuella kompetensutvecklingsinsatsen. Vår erfarenhet är att kursen tas väl emot av deltagarna, vilket även utvärderingarna vittnar om. Vi ser hur deltagarna under kursens gång utvecklar sin förmåga att upptäcka och ta till vara på de tillfällen där naturvetenskap och teknik dyker upp i den dagliga verksamheten. Förhållningssättet till olika aktiviteter förändras också när de upptäcker att de som pedagoger inte behöver ha färdiga planeringar eller korrekta svar på alla frågor när de utgår ifrån barnens intressen, ställer produktiva frågor och agerar som medforskare. Vi känner också av den känsla av lättnad som efterhand infinner sig i grupperna när deltagarna upptäcker att många aktiviteter som de redan gör i förskolan innehåller massor av naturvetenskap och teknik och att de nu kan sätta ord på och förklara detta. Vår förhoppning som fortbildare är att de positiva erfarenheterna från kursen fortlever efter avslutad insats och bidrar till att barn i förskolan fortsatt får möta naturvetenskap och teknik på ett positivt sätt. Om det är så kan vi dock inte säga något om. Därför planeras nu en uppföljning av kursen där intervjuer med tidigare kursdeltagare ska ge svar på om det finns några kvarstående effekter av insatsen när en längre tid har förflutit. Intervjuer genomförs under början på våren 2021 med deltagare från de fyra senaste kursomgångarna och vår förhoppning är att kunna presentera dessa resultat under hösten 2021.

## Referenser

- Desimone, Laura (2009). Improving Impact Studies of Teachers’ Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.
- Skolverket (2009). *Skolverkets lägesbedömning 2009 Förskoleverksamhet, skolbarnsomsorg, skola och vuxenutbildning* (Rapport 337 2009).
- Skolverket (2010). *Läroplan för förskolan Lpfö 98*. (2 uppl.) Stockholm: Fritze
- Sülau, Veronica (2019). *Vad händer i lärares kollegiala samtalspraktik? En studie av mötet mellan en nationell kompetensutvecklingsinsats och en lokal fortbildningspraktik* (Doktorsavhandling, Gothenburg Studies in Educational Sciences, 437). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

## Författarpresentation



Nina Eliasson är universitetslektor i Naturvetenskapernas ämnesdidaktik vid Mittuniversitetet. Hon disputerade 2017 med avhandlingen Att kommunicera skolans naturvetenskap. Nina undervisar i ämnesdidaktik och fysik på lärarutbildningen och vid fortbildning av lärare. Andra arbetsområden är internationella storskaliga studier samt olika forskningssamarbeten.



Anna-Karin Westman är universitetslektor i naturvetenskapens didaktik vid Mittuniversitetet. Hennes forskningsintressen är dels hur resurser för lärande används i naturvetenskaplig undervisning men också effekter av skolutvecklingsinsatser. Hon undervisar i naturvetenskap och dess didaktik vid universitetets lärarutbildningar. Anna-Karin är en av NATDID:s ambassadörer, vilka arbetar för att kommunicera NT-didaktisk forskning till förskolor och skolor.

# Samtal om ”naturvetenskapernas karaktär” i förskolan med utgångspunkt i bilderböcker

Lena Hansson, Lotta Leden och Susanne Thulin  
Högskolan Kristianstad

## *Sammanfattning*

*Inom forskningsfältet naturvetenskapernas didaktik lyfts betydelsen av att i undervisningen inte enbart fokusera på enskilda fenomen, utan även diskutera ”Naturvetenskapernas karaktär” (NOS – ‘nature of science’). Detta kan till exempel handla om frågor som Hur tar man inom naturvetenskapen reda på saker? Kan kunskap förändras? Vem kan vara forskare? NOS-forskningen har hittills varit inriktad på äldre elever, medan denna typ av forskning nästan helt saknas för förskolan. Att inkludera sådana frågor anses viktigt eftersom stereotypa bilder både av naturvetenskap och av forskare är vanliga. Ofta är bilden av en forskare en glasögonprydd man i vit labbrock med ett provrör i handen. På liknade sätt är det vanligt att naturvetenskap kommuniceras som en mängd oföränderliga fakta. Den här artikeln baseras på ett projekt där vi i samverkan med en förskola undersöker möjligheten att inkludera samtal om NOS i förskolan. Arbetssättet som provas i projektet är boksamtal om NOS med utgångspunkt i bilderböcker med naturvetenskapligt innehåll (”fakta-böcker” likväl som sagor). Empirin består av omfattande ljudupptagningar och fältanteckningar i barngrupp, samt ljudupptagningar vid upprepade fokusgruppsamtal med involverade förskollärare. I den här artikeln delar vi med oss av några exempel från boksamtalen och hoppas att dessa kan tjäna som underlag för inspiration och reflektion för dig som vill prova att arbeta med NOS i förskolan eller skolans tidiga år.*

## Introduktion

En grupp förskolebarn (4-6 år) och deras lärare läser boken "Det var en gång massor av dinosaurier" (Sheppard, 2008). Förskolläraren pausar läsningen och följande samtal utspelar sig:

**Barn 1:** *De [dinosaurierna] levde här där vi är nu.*

**Förskollärare:** *Hur vet man det då, att de levde här där vi är nu?*

**Barn 1:** *Vet inte.*

**Förskollärare:** *Vem har tagit reda på det?*

**Barn 1:** *Eee.*

**Barn 2:** *Utforskare kanske.*

**Förskollärare:** *Utforskare? Vad är en utforskare för någont?*

**Barn 2:** *Det är såna som letar upp skelett och massa andra grejer.*

I det här exemplet försöker förskolläraren använda boksamtalet som redskap för att rikta barnens uppmärksamhet mot annat än de många "fakta" om dinosaurier som boken beskriver. Det kan vara frågor som handlar om hur man egentligen kan veta detta och att det är människor som på något sätt tagit reda på den här kunskapen om dinosaurier. Här blir boksamtalet ett bekant arbetssätt för att närma sig ett mer obekant undervisningsinnehåll som i forskningslitteraturen kallas för "naturvetenskapernas karaktär" (på engelska "nature of science", "NOS"). NOS-undervisning behandlar frågor om vad naturvetenskap är, hur naturvetenskapliga kunskaper utvecklas och på vilka sätt människor är involverade i kunskapsprocesserna. Genom att som förskollärare i samtal med barn öppna för frågor om hur vi egentligen kan veta det som står i böckerna vidgas också förskolans naturvetenskapsundervisning till att inte endast handla om avgränsade naturvetenskapliga fenomen eller fristående experiment. I forskningslitteraturen finns många studier gjorda på undervisning av NOS, men mycket få av dessa har handlat om förskolan.

Denna artikel beskriver hur tre forskare (författarna till denna text) och fem förskollärare gemensamt har utforskat NOS som ett möjligt innehåll för naturvetenskapsundervisningen i förskolan. Arbetssättet som prövats är boksamtal med utgångspunkt i bilderböcker med ett naturvetenskapligt innehåll. Anledningen till att boksamtal valdes var dels att förskollärarna kunde knyta naturvetenskapen till redan pågående språkutvecklande arbete vilket upplevdes positivt, dels att möta det behov, som Skolinspektionen lyfter fram, av att anknyta naturvetenskapsundervisningen till övriga verksamheter på förskolan (Skolinspektionen, 2018). Dessutom indikerade forskningslitteraturen att boksamtal kan vara ett sätt att undervisa NOS (Mantzicopoulos & Patrick, 2011; Akerson & Donnelly, 2010; Sharkawy, 2009). Eftersom boksamtal är en välkänd arbetsform i förskolan

kunde projektet dra nytta av det för att arbeta med det nya innehållet (NOS). Empirin i projektet består av omfattande ljudupptagningar och fältanteckningar i barngrupp, samt ljudupptagningar vid fokusgruppsamtal med de involverade förskollärarna. I denna artikel visar vi exempel från boksamtalen.

## Varför introducera NOS i förskolan?

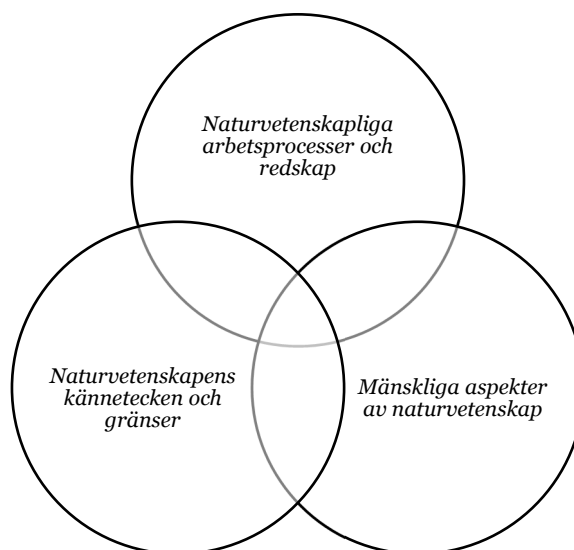
Det finns många olika argument för att undervisa NOS (Lederman, 2007; Hodson, 2014) och det har också föreslagits att NOS ska introduceras och undervisas redan i förskolan (Bell & Clair, 2015). Ett viktigt motiv, som vi vill lyfta fram, är att tidigt komplettera, problematisera och utmana vanliga stereotypa och mytiska bilder av naturvetenskap och av naturvetare. Exempel på sådana myter kan vara att forskare alltid följer en och samma forskningsmetod, att forskningsprocessen är enbart logisk och att till exempel kreativitet inte har något utrymme i dessa processer. Ofta framställs naturvetenskap som en lång rad objektiva ”fakta” om hur naturen är beskaffad. I dessa beskrivningar, i böcker, i media, samt i undervisning, får sällan kunskapsprocesserna – hur vi fått den här kunskapen – något utrymme. Det samma gäller ofta de forskare som är eller har varit involverade – de syns inte. När forskarna dyker upp porträtteras de ofta på sätt som stärker myter om forskaren som ett galet geni, eller som en superhjälte (Allchin, 2014). Forskning visar hur stereotypa bilder av forskaren som en västerländsk man, med glasögon och provrör som arbetar ensam i sitt laboratorium fortfarande är vanliga. Studier visar till exempel att forskare från icke-västerländska länder inte finns representerade i så stor utsträckning i läroböcker samt att det är vanligare med manliga än kvinnliga forskare (se till exempel Hansson & Leden, 2020). Exempel på stereotypa bilder av naturvetenskap och av forskare är också vanliga i barnböcker (Kelly, 2018) och i media som vänder sig till barn. Till exempel kan en astronom, som normalt inte har labbrock, mycket väl ha labbrock på en bild där hen tittar i en stjärnkikare. Ett annat exempel på hur forskare avbildas med vissa stereotypa kännetecken är svt:s julkalender 2017, ”Jakten på tidskristallen”, där karaktären ”professor Styregaard” blev omdiskuterad. Dessa stereotypa bilder behöver utmanas av och kompletteras med nya bilder så att fler barn kan tilltalas av naturvetenskap. Med en bredare bild av forskare och naturvetenskap – med många identifikationsmöjligheter – kan till exempel barn med olika etnisk bakgrund och kulturell tillhörighet, både flickor och pojkar, liksom barn som inte tilltalas av spektakulära experiment, eller hellre arbetar i grupp än ensamma känna sig hemma.

På kort sikt (för barn här och nu) kan en introduktion av NOS i förskolan innebära bredare och mer nyanserade bilder av naturvetenskap och forskare än de som den naturvetenskapliga undervisningstraditionen i förskola och skola ofta erbjöd. Därmed kan fler barn känna sig inkluderade. I det längre perspektivet

ses NOS av många som en viktig pusselbit i en undervisning inriktad mot medborgarskap (Hodson, 2008). För att som medborgare agera och ta ställning i relation till aktuella, komplexa samhällsfrågor behövs inte bara kunskap i naturvetenskap (specifika begrepp och modeller), utan också kunskaper om hur naturvetenskap blir till och vad den har för roll i samhället. I sådana frågor (t.ex. många miljö- och hälsofrågor) är det viktigt att förstå naturvetenskapens gränser (vilken typ av frågor naturvetenskapen kan arbeta med), men även vad som kännetecknar forskning som pågår. Till exempel kan det vara bra att förstå att naturvetenskaplig kunskap kännetecknas av ett stort mått av kontinuitet, men att den också kan förändras och vara osäker. Kunskaper om NOS kan också leda till insikter om varför forskare inte alltid är överens. Det finns alltså motiv för en introduktion av NOS redan i förskolan av både "här och nu"-karaktär och i det längre perspektivet.

### Att undervisa NOS: Vad och hur?

Det finns flera olika förslag på vilka NOS-perspektiv som bör undervisas. Vi har valt att utgå från en modell beskriven av William McComas (2017; 2020). Den består av tre övergripande teman som delvis går in i varandra: *Naturvetenskapliga arbetsprocesser och redskap*, *Naturvetenskapens kännetecken och gränser* och *Mänskliga aspekter av naturvetenskap* (se figur 1). Dessa teman har i projektet fungerat som ramverk för forskarna och lärarna när de samtalat om NOS. Temana har även legat till grund för lärarnas planering och efterföljande reflektioner.



Figur 1. Övergripande NOS-teman. Modellen är översatt och något reviderad med utgångspunkt i McComas (2017; 2020).

Det finns även många olika förslag på *hur* man kan arbeta med NOS, till exempel genom utforskande av ”svarta lådor”<sup>1</sup> och genom diskussioner kopplade till undersökande arbete, historiska exempel och aktuell forskning (se Hansson m.fl., 2019 för en text på svenska om NOS och NOS-undervisning). Dessa arbetssätt är primärt prövade för äldre barn och ungdomar och inte i förskolan. Ytterligare ett sätt som föreslagits är att få igång samtal om NOS i samband med läsning av böcker med naturvetenskapligt innehåll (se t.ex. Brunner, 2019; Dagher & Ford, 2005; Hansson & Leden, 2019; Sharkawy, 2009).

I det här projektet valde vi, som tidigare nämnts, att utforska möjligheterna för NOS i förskolan genom just boksamtal. NOS-boksamtalen som idé handlar om att förskollärare försöker rikta barns uppmärksamhet mot olika aspekter av NOS genom att stanna upp i läsningen och samtala om detta när någon aspekt av NOS nämns i boken. Det handlar också om att hitta tillfällen där frågor och funderingar kopplade till NOS kan lyftas även om boken inte gör det. Till exempel skulle förskollärare utifrån en bok om elefanter som beskriver hur mycket elefanter dricker och hur de använder snabeln när de dricker (se t.ex. Baboo och elefanterna, 2000) kunna försöka rikta barns uppmärksamhet mot frågor som: *Hur vet vi detta? Har vi alltid vetat? Hur kan vi få kunskap om elefanter? Vem är involverad i utvecklingen av kunskap om elefanter? Varför är människor intresserade av elefanter? Vem kan bli forskare?* I en tidigare publicerad artikel (Hansson & Leden, 2019) beskrivs den idé som projektet prövar och där finns också fler liknande exempel. Genom att analysera de boksamtal som genomförts i projektet har underteman och frågeställningar som fungerar att diskutera i förskolan formulerats (se Hansson, Leden & Thulin, 2020).

I följande avsnitt presenteras några exempel på hur boksamtal om NOS kan genomföras. Exempelen är hämtade från ljudinspelningar av boksamtal där förskollärarna arbetade med att rikta barns uppmärksamhet mot olika aspekter av NOS. Samtliga exempel kommenteras i texten utifrån de tre teman som nämndes ovan och som kan utgöra underlag för NOS-samtal: *Naturvetenskapliga arbetsprocesser och redskap*, *Naturvetenskapens kännetecken och gränser* och *Mänskliga aspekter*. I vissa fall kan NOS-innehållet knytas till mer än ett tema (se överlapp mellan cirklarna i figur 1).

---

<sup>1</sup> Svarta lådor är konstruktioner (rör, burkar eller andra behållare) där innehållet inte går att se. NOS övningar där sådana används går ut på att konstruktionerna undersöks på olika sätt. Utifrån konstruktionens specifika funktioner och egenskaper dras slutsatser om innehållet. Parallellt dras till naturvetenskaplig forskning. Den här och andra fristående NOS-övningar beskrivs i en kort artikel på svenska (Hansson, Leden & Pendrill, 2014) som du kan hitta här: [http://www.fysik.org/file-admin/nrcf/fortbildning/LMNT\\_2014-2\\_NOS.pdf](http://www.fysik.org/file-admin/nrcf/fortbildning/LMNT_2014-2_NOS.pdf). För ytterligare exempel på den här typen av övningar se t.ex. <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/430-observation-and-the-mystery-box>.

## Några exempel från boksamtal

En av de aspekter av NOS som förskollärare och barn ofta riktade uppmärksamheten mot är *Naturvetenskapliga arbetsprocesser och redskap*. Exemplet nedan är hämtat från ett boksamtal kring boken "Det var en gång massor av dinosaurier" (Sheppard, 2008). Förskolläraren läser för en grupp barn (2-3 år). Ett barn har lagt märke till en bild i boken:

**Barn:** Titta på pollologerna.

/.../

**Förskollärare:** Ja, vad gör paleontologerna?

/.../

**Barn:** De gräver upp i sand då hittar de skelett.

/.../

**Förskollärare:** Ja, de hittar dinosaurieskelett, vad har de med sig när de jobbar då?

[många barn pratar i munnen på varandra]

**Förskollärare:** Vad är det de har med sig då?

**Barn:** Spadar.

**Förskollärare:** De har spadar ja, ja kan de hitta dinosauriebajs med.

**Barn:** Oj.

**Förskollärare:** Och vet ni vad, de här skeletten och det här bajset de har legat så länge i marken att de har blivit hårda som sten och då kallar man det för fossiler.

I exemplet ovan kommuniceras NOS-aspekter som är kopplade till *Naturvetenskapliga arbetsprocesser och redskap*. Paleontologerna gräver, letar och hittar saker och de använder redskap, i det här fallet spadar. I exemplet tydliggörs även *Mänskliga aspekter* – att det är människor/paleontologer som tar reda på saker om dinosaurier.

I ett annat boksamtal (barngrupp 5-6 år) med utgångspunkt i boken "Spinderella Tarantella" (Lindahl, 2012) riktas också fokus mot *naturvetenskapens arbetsprocesser*:

**Förskollärare:** Ja, för det är deras [spindlarnas] sätt och det vet ju inte jag, nån måste ju ha vetat det här för det visste ju inte vi, att spindlarna kräks på sina flugor och hur de gör.

**Barn 1:** Blö.

**Barn 2:** Det kanske utforskaren har sett.

I det här exemplet handlar samtalet om att forskare, eller 'utforskare' som barnet säger, har "sett" att spindlar kräks på flugorna de fångar. Fokus sätts här på att

forskare tittar – observerar – för att ta reda på något. Observationer är den ”arbetsprocess” som oftast tas upp under boksamtalen, även om det också finns exempel där det kommuniceras att forskare, till exempel, läser och tänker.

Innehållet i samtalen ovan visar mer eller mindre indirekt att det finns människor/forskare som idag försöker ta reda på saker om dinosaurier eller spindlar, det vill säga att forskning pågår. Detta synliggörs också i exemplet nedan hämtat från ett boksamtal med 4-6-åringar utifrån boken ”Vad händer i rymden?” (Milbourne, 2016):

**Förskollärare:** [läser] *’Ännu har man inte hittat invånare på andra planeter.*

**Barn:** *Som utomjordingar!?*

**Förskollärare:** *De skriver ju här att det inte fanns något liv på mars, men att man inte är säker, de håller på och forskar kring detta fortfarande, det finns ju forskare ute i rymden nu som fortfarande tar reda på saker om detta. Så man vet inte om det finns nåt.*

Här försöker förskolläraren explicit uppmärksamma barnen på att frågan ”om det finns liv på andra planeter” är ett exempel på något som man inte vet säkert och där forskning pågår just nu (*Naturvetenskapens kännetecken och gränser*).

I relation till en bok om Marie Curie (Sánchez Vegara, 2017) tog förskolläraren i en barngrupp (4-6 år) tillfället att lyfta den stora mängd forskning kring många olika ämnen, som pågår just nu:

**Förskollärare:** *I Sverige så pågår det forskning om allt möjligt, allt allt allt möjligt forskar man.*

**Barn:** *Till och med skrot.*

**Förskollärare:** *Tror säkert det finns de som forskar om skrot ja, vad som händer till exempel i naturen om ni slänger skrot i naturen, finns säkert de som forskar om det och många som forskar på sjuk[domar], om olika mediciner och om olika sjukdomar, för forskning pågår hela, hela tiden.*

**Barn:** *Forskar om dinosaurier hur de äter och sånt.*

**Förskollärare:** *Ja, finns det fortfarande de som gör, för man vet inte allt ännu.*

Även här riktas uppmärksamheten i samtalet mot att det finns saker som vi människor inte vet ännu och att forskning pågår just nu (*Naturvetenskapens kännetecken och gränser*). Barnen bidrar med exempel som anknyter till andra böcker de läst. I detta exempel blir forskarna synliga och överlag behandlar boksamtalen ofta på olika sätt *mänskliga aspekter*. Detta görs primärt, som i exemplet ovan, genom att rikta uppmärksamheten mot att människor är engagerade i forskning. Förskollärarna kommunicerar också att både män och kvinnor (pojkar och

flickor) kan vara forskare och försöker normalisera forskaren genom att påpeka att det är ett jobb och att forskaren kan ha ett liv utanför jobbet också:

**Förskollärare:** *De kanske har sagt till sina barn att nu ska vi åka på vårt jobb, vi ska åka upp i rymden. (barngrupp 2-3 år)*

I exemplet berättar förskolläraren för barnen om att åka upp i rymden är ett jobb och att astronauten också kan vara förälder. I ett annat exempel kan man se hur barn (4-5 år) och förskollärare diskuterar orättvisor och känslor i förhållande till forskning och forskare vilket också är en del av *Mänskliga aspekter*:

**Förskollärare:** *Men hon [Marie Curie] fick inte studera i Polen, för vet ni vad, det var inte tillåtet för flickor att studera där, så hon flyttade till....*

**Barn:** *Det är orättvist!*

**Förskollärare:** *Ja, det var orättvis det kan jag också hålla med om, det kan jag tycka också.*

*/.../*

**Förskollärare:** *[läser om hur Marie mötte Pierre]: "En dag mötte..."*

**Barn:** *Oh, är de kära nu?*

**Förskollärare:** *Aa, kanske de blev, ser du hjärtat där bredvid dem/.../där är Pierre och där är Marie, jag tror att de är kära, de träffades där i Paris.*

I det ovan beskrivna exemplet läser förskolläraren en bok om Marie Curie (Sánchez Vegara, 2017) och händelserna i boken gör att barnen riktar uppmärksamheten mot orättvisor kopplade till hur kvinnor historiskt sett har haft svårt att ta plats inom utbildning och vetenskap och till så mänskliga aspekter som att kärlek kan drabba en forskare. Exemplet visar också hur barns tankar relaterade till NOS kan tas tillvara.

Vi har här visat några exempel på boksamtal som belyser olika aspekter av NOS. I kommande publikationer (se även t.ex. Hansson m.fl., 2020) ges en mer fullständig beskrivning av analysen av boksamtalen kopplade till ett par böcker. Det vi vill betona här är att det genom den här typen av samtal erbjuds andra bilder av naturvetenskapen än den traditionella – där naturvetenskap ofta bara består av en lång rad fakta, till exempel om dinosaurier, spindlar eller rymden, men där inte något sägs om hur vi människor har varit involverade i att utveckla den här kunskapen.

## Avslutning

Det finns mycket forskning om NOS-undervisning i skolan, men väldigt lite, som handlar om förskolan. Även om det föreslagits att NOS ska vara ett innehåll i den

naturvetenskapliga undervisningen också för yngre barn (Bell & Clair, 2015), har det saknats empiriska studier med fokus på möjligt innehåll och arbetssätt vad gäller NOS i ett förskoleperspektiv. I samverkan med förskollärare har vi utforskat möjligheten att genom boksamtal rikta förskolebarns uppmärksamhet mot NOS. I den här artikeln har vi illustrerat hur sådana samtal kan se ut. Resultat från projektet indikerar att boksamtal kan vara ett sätt att sätta fokus på NOS. Vidare analyser av dataunderlaget kommer att visa på skillnader mellan hur olika NOS-aspekter behandlas och på de olika strategier som används av förskollärare för att rikta uppmärksamheten mot NOS under boksamtalen. Med utgångspunkt i projektets resultat och förskollärarnas erfarenheter är det vår förhoppning att få möjlighet att utveckla ett inspirationsmaterial för lärare som vill arbeta med det här innehållet och arbetssättet. I väntan på det kan exemplen ovan fungera som inspiration till utforskande av ett nytt naturvetenskapligt innehåll för förskolan vilket kan fungera som ett komplement till tidigare etablerade innehåll.

## Tack

Vi vill tacka de förskollärare och barn som varit involverade i projektet – utan er, inga inspirerande exempel.

Projektet är finansierat av Forskningsplattformen Lärande i samverkan, Högskolan Kristianstad (Dnr 2017-2312-519; 2018-2312-557; 2019-2312-590).

## Referenser

- Akerson, V. L. & Donnelly, L. A. (2010) Teaching Nature of Science to K-2 Students: What understandings can they attain? *International Journal of Science Education*, 32:1, 97- 124.
- Allchin, D. (2014). *Teaching the nature of science: perspectives & resources*. Minneapolis: SHiPS Education Press.
- Baboo och elefanterna: äng med på apan Baboos skojiga och lärorika äventyr*. (2000). Köln: Könemann.
- Bell, R. L., & Clair, T. L. S. (2015). Too little, too late: Addressing nature of science in early childhood education. In K. C. Trundle & M. Sackes (Eds.) *Research in early childhood science education* (pp. 125-141). Springer Netherlands.
- Brunner, J. L. (2019). Teachers' Use of Educative Features in Guides for Nature of Science Read-Alouds. *Science & Education*, 10.1007/s11191-019-00039-z
- Dagher, Z. R., & Ford, D. J. (2005). How are scientists portrayed in children's science biographies? *Science & Education*, 14(3-5), 377-393.

- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer
- Hansson, L., & Leden, L. (2019). Challenging stereotypical images of science: Suggestions for the reading of science trade books in the early years. *Journal of Emergent Science*, 17, 32-38.
- Hansson, L., & Leden, L. (2020). Images of Scientists in Textbooks Aimed at Students in Need of Supplemental Support – An Analysis of Adjustments. In H. A. Yacoubian & L. Hansson (Eds.), *Nature of Science for Social Justice*. Springer.
- Hansson, L., Leden, L. & Thulin, S. (2020). Book Talks as an Approach to Nature of Science Teaching in Early Childhood Education. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1812011>
- Hansson, L., Leden, L. & Pendrill, A-M. (2014). Att arbeta med naturvetenskapens karaktär i NO-undervisningen. LMNT-nytt, 2014-2. [http://www.fysik.org/fileadmin/nrcf/fortbildning/LMNT\\_2014-2\\_NOS.pdf](http://www.fysik.org/fileadmin/nrcf/fortbildning/LMNT_2014-2_NOS.pdf)
- Hansson, L., Leden, L., Pendrill, A-M. och Arvidsson, A. (2019). Naturvetenskapernas karaktär i klassrummet. I K. Stolpe, G. Höst och A. Larsson (red.) *Från forskning till fysikundervisning. Bidrag från konferensen 10-11 april 2018 i Lund arrangerad av Nationellt Resurscentrum för Fysik*. Naturvetenskapernas och teknikens didaktik nr 4 2019. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1361056/FULLTEXT02.pdf>
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Brill Sense.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911-970). Springer, Dordrecht.
- Kelly, L. B. (2018). An analysis of award-winning science trade books for children: Who are the scientists, and what is science? *Journal of Research in Science Teaching*, 55(8), 1188-1210.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lindahl, I. (2012). *Spinderella Tarantella*. Bromma: Alvina.
- Mantzicopoulos, P., & Patrick, H. (2011). Reading picture books and learning science: Engaging young children with informational text. *Theory into Practice*, 50(4), 269-276
- McComas, W. F. (2017). Understanding how science works: the nature of science as the foundation for science teaching and learning. *School Science Review*, 98(365), 71-76.
- Milbourne, A. (2016). *Vad händer i rymden?* [Peep inside space]. Göteborg: Tu-kan.
- Sánchez Vegara, M.I. (2017). *Marie Curie*. Stockholm: Pagina.

- Sharkawy, A. (2009). Moving beyond the lone scientist: Helping 1st-grade students appreciate the social context of scientific work using stories about scientists. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 67-78.
- Sheppard, S. (2008). *Det var en gång massor av dinosaurier*. (1. uppl.) Stockholm: Bonnier Carlsen.
- Skolinspektionen (2016). *Förskolans pedagogiska uppdrag – Om undervisning, lärande och förskollärares ansvar. Kvalitetsgranskning 2016*. Hämtad från: <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/publikationssok/granskningsrapporter/kvalitetsgranskningar/2016/forskolanped-uppdrag/rapport-forskolans-pedagogiskauppdrag>.

## Författarpresentation



**Lena Hansson** är professor i naturvetenskapernas didaktik vid Högskolan Kristianstad, där hon arbetar med forskning och med undervisning i lärarutbildning. Hon har ett brett forskningsintresse men hennes primära forskningsfokus har varit forskning om undervisning av naturvetenskapernas karaktär. Hon har ett intresse för praktisknära forskning och har arbetat med flera praktisknära forsknings- och utvecklingsprojekt. Projektet som ligger till grund för den här artikeln är ett samverkansprojekt där vi tillsammans med en förskola utforskar hur naturvetenskapernas karaktär kan bli ett innehåll för förskolans naturvetenskapliga undervisning.



**Lotta Leden** är lektor i naturvetenskapernas didaktik vid Högskolan Kristianstad, där hon arbetar med forskning och med undervisning i lärarutbildning. Hon har en bakgrund som högstadielärare och har många års erfarenhet av NO-undervisning. Lotta har även haft uppdrag för Nationellt resurscentrum för fysik där hon arbetat med lärarfortbildning och praktisknära forskningsprojekt.



**Susanne Thulin** är legitimerad förskollärare, fil. dr och docent i pedagogik. Susanne är anställd som biträdande professor vid Högskolan Kristianstad, där hon arbetar med undervisning inom förskolläraryrket och med fortbildning och påbyggnadsutbildning för yrkesverksamma förskollärare. Susanne arbetar också med forskning och hennes forskningsintresse är inriktat mot barns lärande och undervisning om naturvetenskap i förskolan.



# Språkutvecklande NT-undervisning med hjälp av multimodala resurser

Richard Kristiansson

Utvecklingsavdelningen PDM, Malmö stad

## *Sammanfattning*

*Föreliggande text skildrar hur multimodala resurser kan användas så att eleverna får träna samma kunskapsstoff på olika vis. Exempel ges på hur man som lärare kan använda sång och musik, skönlitteratur, film och foto i sin undervisning. Mångåriga erfarenheter tillsammans med elever och kollegor, pekar på att denna typ av arbetsform rymmer potential för ökat lärande. Ambitionen är att visa hur multimodalt resurser, det vill säga olika representationer för språk, kan bedrivas i NO- och teknikundervisning. Avsikten är också att inspirera lärare och praktisknära forskare att arbeta med multimodalitet.*

## **Inledning**

Det är med språkets hjälp som elever i stor utsträckning visar de förmågor och den kunskap som han eller hon besitter. Det finns vetenskapliga belägg för ett starkt och nära samband mellan elevers språklig förmåga och den kunskap de utvecklar i skolämnen. Att eleverna utvecklar sitt språk inom naturvetenskap och teknik är därför av stor vikt.

Språk är inte bara tal- och skriftspråk. Även exempelvis ljud, musik, bild, foto och film ses som språk. Dessa olika representationer för språk kallas för multimodalitet. Representationsformerna kan även kallas potentiella resurser som rymmer meningspotential (Selander & Åkesson, 2016). Det innebär att resurserna har förutsättningar att skapa mening på olika sätt. Med andra ord; då elever arbetar med uppgifter där de får använda olika sätt att representera sin kunskap tränas deras förmåga att uttrycka sig på varierade vis. De utvecklar då sin språkliga repertoar med hjälp av multimodala resurser. Tillsammans kan resurserna stärka elevernas lärande. Dessutom kan de vara nya vägar som väcker elevers intresse för skolämnen, i det här fallet NO och teknik.

## Musik och sång

Ända sedan starten av min lärarkarriär har jag använt musik och sång i NO- och teknikundervisningen. En viktig aspekt av musicerandet är den funktion musik och sångtexter har. De fungerar som ett stöd åt minnet. Det är lättare att minnas en sångtext jämfört med en traditionell faktatext (Hallam, 2015). Att möta ett och samma kunskapsinnehåll på flera olika sätt är även det gynnsamt för att befästa kunskapen. Musik och sång är ett bidrag till detta. Dessutom erbjuder sången och musiken en ny väg in till ämnena i NO och teknik. En väg som öppnar upp ett intresse hos vissa elever som annars kanske inte funnit dessa ämnen lika tilltalande. Det är ett interaktivt inslag i undervisningen som många elever upplever som lustfyllt. Lustfylldhet är betydelsefullt eftersom det främjar motivation.

Jag har skrivit flera olika sånger, men även provat att låta eleverna skriva sånger själv. Det sistnämnda har jag mindre goda erfarenheter av eftersom elevtexterna sällan blir på önskad kunskapsmässig nivå. Därför har jag i princip utslutande använt mig av egenproducerade låtar. Här följer ett exempel på en sångtext som handlar om ljud och hörsel.<sup>1</sup>

### ***Det handlar om ljud***

*Alla dessa toner som jag kan höra  
det är vibrationer som når mitt öra.  
Luftens molekyler börjar röra  
sig så att delar i mitt öra  
börjar vibrera fort och gärna  
sen skickas signaler till min hjärna.  
Såna signaler gör att du  
kan höra mig sjunga nu.*

*Det handlar om,  
Ljud, ljud, ljud – man pratar var dag,  
Ljud, ljud, ljud – hör du vad jag sa,  
Ljud, ljud, ljud – luften den rör sig, åh ja jag hör dig,  
hoppas att du hör mig.*

*Vi sjunger väl vidare på sången  
och släpper ljudet in i hörselgången.  
Där inne finns trumhinnan och tre små ben,  
hammare och städ och stigbygeln.  
Efter det så kommer där en snäcka  
och inuti snäckan finns en vätska.  
Den rör sig mer än gärna  
och gör att celler skickar ljud till hjärnan.*

---

<sup>1</sup> En musiktextvideo till låten hittas via denna länk:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZHIG9f6vhhg&t=19s>

*Det handlar om, ljud, ljud, ljud ...*

*Låga mörka, höga ljusa ljud det handlar om frekvens.  
Vi kan bara höra ljud inom en viss gräns.  
Men styrkan på ljud det mäts i decibel,  
hög musik och höga skrik och skäll, hög volym blir många  
decibel.*

*Det handlar om, ljud, ljud, ljud ...*

(Kristiansson, 2014)

## **Sound of music – del av ett forskningsprojekt**

Den nämnda sången finns med som ett inslag i forskningsprojektet *"Inclusive science teaching in multilingual classrooms – a design study"*; ett Nordforsk-projekt där tre länder – Sverige, Norge och Holland deltar. Varje land har tagit fram varsitt arbetsområde (tema) inom ett naturvetenskapligt eller tekniskt område. I samarbete med en kollega och två forskare från Malmö universitet har jag varit med och skapat det svenska temat som handlar om ljud och har namnet *"Sound of music"*. Temat innehåller fysikexperiment kopplat till ljud och hörsel. Stort fokus här riktas mot språkliga aktiviteter och elevinteraktiva övningar. Det holländska bidraget är ett tekniktema om hållbar utveckling. Det norska temat handlar om ekologi. Utöver nämnda teman har även fortbildningstillfällen designats. Dessa har genomförts med lärarna i respektive land. Fortbildningstillfällena kan liknas vid workshops där lärarna fått prova olika experiment samt tränat på språkutvecklande övningar.

Varje tema har använts av lärare på skolor i de tre länderna och flera lektioner har filmats. Annan data forskarna samlat in utgörs av ljudupptagningar, intervjuer med lärare och elevmaterial. Interventionen i projektet handlar om att påverka medverkande lärares undervisning mot ett interaktivt och språkligt fokus i NO och teknik. Detta med hjälp av arbetsområdena och fortbildningstillfällena. Jag har hjälpt forskarna med att filma några lektioner och även intervjuat en lärare. I skrivande stund håller forskarna på med att analysera materialet och skriva artiklar.

I det svenska temat finns ett utdrag ur en Harry Potter-bok med koppling till ljud. Mer om hur skönlitterära texter kan användas i undervisning beskrivs i avsnittet nedan.

## Skönlitteratur

För några år sedan använde jag och en kollega en skönlitterär bok i ett ämnesövergripande arbetsområde med våra två mellanstadieklasser. Syftet med att använda skönlitterära texter är att belysa kunskapsinnehåll med ytterligare en multimodal resurs. Det finns stöd för att läsning av skönlitterära texter kan gynna elevers lärande på olika vis. Exempelvis menar Axell (2017) att klassrumsdiskussioner utifrån skönlitterära böcker kan fördjupa förståelse för teknik.

Jag och min kollega tänkte oss att svenska, SO, NO och teknik skulle ingå i arbetsområdet. Jag svarade för NO- och teknikinnehållet och min kollega för svenska och SO. Vår tanke var att eleverna skulle möta stoff utifrån olika perspektiv för att på så vis skapa en helhet för dem. Boken var utgångspunkten som även knöt ihop undervisningens innehåll. Vi valde en bok som heter *”Kriget om källan”*. Den utspelar sig i ett samhälle där nästan allt vatten är förorenat. Enda tillgången till dricksvatten finns i en vattenkälla mellan två byar. Invånarna i de två byarna är från början vänner med varandra men blir ganska snart ovänner. Utifrån läsningen kunde min kollega belysa perspektiv som demokrati, diktatur och andra statsskick under SO-lektionerna. Vidare kunde kopplingar till svenskämnet göras genom olika läs- och skrivutvecklande aktiviteter. Lektionerna i NO och teknik handlade om vatten. Hur avloppssystem, vattenreningsverk och vattentorn fungerar, samt miljöaspekter kring vatten. Eleverna fick även genomföra olika experiment som på olika sätt belyste vattnets egenskaper. Detta redovisade eleverna senare genom att filma genomförandet av vissa experiment vilket beskrivs längre ner.

Det skönlitterära inslaget, de genomförda experimenten samt de filmade experimenten är exempel på tre multimodala resurser – olika representationer för språk – som eleverna fick möjlighet att träna och utveckla. När eleverna arbetar med uppgifter på detta vis får de använda olika sätt att representera sin kunskap på.

## Filmade experiment, tre varianter

### *Elevfilmer*

Forskning visar att elever utvecklar sitt multimodala språkande genom att själv få vara delaktiga i att göra film. I en studie av Öman & Sofkova Hashemi (2015) fick elever i årskurs 3 skapa filmer om solsystemet. I mindre grupper skulle eleverna skriva ett handskrivet manuskript till filmen och därefter skapa filmen på dator med hjälp av bilder, ljud, musik, text och tal. Förvisso blev elevernas arbete inte riktigt som läraren tänkt sig då eleverna arbetade i en riktning som de själva drev. Författarna poängterar att man inte ska dra alltför stora generella slutsatser

av studien. De menar ändå att den är viktig därför att progression tog fart, i riktning mot multimodal språkutveckling, när eleverna fick använda digitala verktyg.

Efter att ha genomfört en serie experiment om vattnets ytspänning, vattnets faser, lösningar och olika separationsmetoder fick mina elever göra filmer. En fördel med att filma är att eleverna kan göra omtagningar, på så vis kan de fortsätta tills de känner sig nöjda. Utöver det naturvetenskapliga, tränas även samarbete, hur man redigerar film, lägger till text, ljud, musik samt språkliga förmågor. Under filmskapandet arbetade eleverna i mindre grupper. De valde ett experiment som de skulle specialisera sig på och dokumentera genom att göra en experimentfilm. Eleverna förberedde sig genom att komma överens om vem som skulle göra de olika momenten, vad som skulle sägas eller skrivas. Efter att de tränat filmade de det valda experimentet.

Här är ett exempel på en elevfilm, där eleverna först blandar vatten, salt, grus och olja för att därefter separerar ämnena.<sup>2</sup>

### **Instruktionsfilmer**

Tillsammans med en kollega genomförde jag för några år sedan en tekniksatsning på skolan där vi jobbade. Arbetet ledde fram till att vi började göra instruktionsvideos. Vi fick i uppdrag från skolledningen att utveckla teknikundervisningen på skolan. Som en del av det höll vi i fyra workshops för alla våra kollegor på skolan, inte bara tekniklärare. De fick då genomföra olika teknikövningar, till exempel konstruera sprattelgubbar, bygga figurer med ledade rörliga delar, använda pneumatik för att öppna locket till kartonger samt bygga bilar som drivs med gummiband. Några av våra kollegor kunde inte närvara vid alla träffar, för att ingen skulle gå miste om övningarna filmade vi några av dem. Lindwall och kollegor (2017) har gjort undersökningar av instruktionsfilmer på internet, filmer som är utformade för att lära människor praktiska färdigheter i vardagliga miljöer. Lindwall ger exempel på filmer som instruerar hur man byter cykeldäck, flätar hår eller installerar en diskmaskin. En viktig del i dessa filmer är att instruktörerna både visar vad och hur den specifika färdigheten skall utföras samt även beskriver vad de gör. Vår tanke var att göra liknande videos vilka skulle fungera som instruktion till lärarna.

Efter workshopen arrangerade vi en teknikdag för skolans elever. Likt en idrottsdag gick eleverna runt i årskursblandade grupper till olika stationer där de fick prova på en del av dessa teknikövningar. Nu visade det sig att lärarna även använde filmerna till eleverna under lektionspassen. De lät instruktionsfilmerna spelas upp, om och om igen, på projektorn. Lärarna behövde därmed inte själv visa instruktionerna till övningen vilket frigjorde tid åt dem. Tid till att istället gå

---

<sup>2</sup> [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=27&v=vKaHdILemkE&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=27&v=vKaHdILemkE&feature=emb_logo)

runt och hjälpa eleverna, ställa frågor, samtala och diskutera med dem under tiden som de genomförde övningen. Om en elev inte hann med ett visst moment fick han eller hon vänta några minuter tills filmen visade momentet igen.



Figur 1. Foto från instruktionsfilm där enkel modell av båt konstrueras.

Filmerna fick stor uppskattning och lärarna upplevde det som att man nästan var en pedagog till i klassrummet. Vår erfarenhet indikerar på att de filmade skolrelaterade instruktionsfilmerna är ett effektivt hjälpmedel för lärare och elever. Här finns kanske en kunskapslucka för vidare forskning att ta sig an.<sup>3</sup>

Sommarlovet därpå ägnade jag och min kollega en stor del åt att filma flera teknikövningar samt att skriva en lärarhandledning till filmerna. Detta resulterade i läromedlet *”Teknik i kubik”* (Adolfsson & Kristiansson, 2017). Jag skrev även sången *”Teknikbiten”* som belyser vad teknik är.

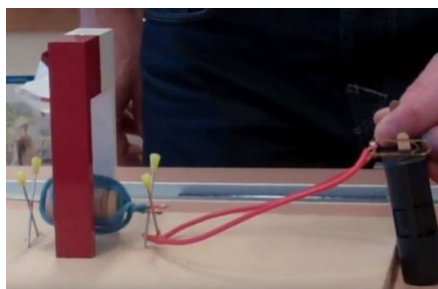
### **Demonstrationsfilmer**

Ett annat sätt att använda filmade experiment i sin undervisning är att filma demonstrationsexperiment. Till skillnad mot instruktionsfilmer som jag beskrev ovan är demonstrationsfilmer videos som spelas in live inför klassen; exempelvis ett experiment som genomförs av lärare eller elev. Mina erfarenheter pekar åt samma håll som bland annat påvisats i en studie av Pendrill och kollegor (2014) där filmade experiment användes som ett redskap för att utveckla elevers förmåga att kunna diskutera och resonera kring ett naturvetenskapligt fenomen. Elever i tioårsåldern skulle upptäcka att gravitation får fallande föremål att landa samtidigt vid avsaknad av luftmotstånd. De filmade fallande föremål med I-pads. Genom att titta på filmerna kombinerat med lärarledda uppföljande samtal stötades eleverna mot en bättre förståelse av fenomenet. Samtalet kan här ses som

---

<sup>3</sup> Ett exempel på en instruktionsfilm där en enkel modell av en båt konstrueras visas här: <https://www.youtube.com/watch?v=RoLTHHSLAHc>

nyckeln till utvecklingen och filmandet redskapet som stöttar samtalet. Det finns en tydlig koppling mellan dessa multimodala resurser. I figur 2 syns en bild ur en sådan film med ett experiment som visar hur en elmotor fungerar.<sup>4</sup>



Figur 2. Foto från demonstrationsfilm där elmotor konstrueras.

Viktiga vinster är att man kan titta på filmen upprepade gånger, man kan se experimentet i slow-motion och man kan pausa filmen och belysa specifika moment. Detta i sin tur möjliggör att man som lärare kan hålla mer explicita lärarledda samtal med eleverna. Samtal som stöttar eleverna mot en bättre förståelse av fenomenet vilket rymmer potential för ökat lärande. Ytterligare en vinst som jag erfarit är att arbetsron gynnas när experimentet blir filmat. Motivationen till att hålla extra fokus ökar när eleven vet att experimentet, övningen eller genomgången dokumenteras på film.

### **Foto**

Avslutningsvis vill jag visa hur man som lärare kan använda sig av foto för att belysa förmågan som handlar om att "eleverna ... ska ges förutsättningar att utveckla sin förmåga att ... genomföra systematiska undersökningar" (Lgr11, 2019, s 186) i exempelvis kemi.

---

<sup>4</sup> [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=3&v=2vdDefUUEs4&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=2vdDefUUEs4&feature=emb_logo)

En del av att experimentera systematiskt handlar om att vara noggrann. Elever som är ovana vid ett laborativt arbetssätt behöver tränas i detta. Ett sätt för mig att kommunicera denna förmåga är att använda foto. Jag brukar ta två bilder (Figur 3) när eleverna genomför ett experiment. En där det ser stökigt ut och en där det är ordning och reda. Här är ett exempel plockat från NTA (*Naturvetenskap och teknik för alla*) och temat Matens kemi:



Figur 3. Två foton när eleverna undersöker om olika livsmedel innehåller stärkelse eller inte med hjälp av att droppa jod på livsmedlen.

När det sedan är dags för nästkommande experiment inleder jag den lektionen med att visa de två bilderna och diskutera dem med eleverna. I samtalet brukar eleverna själva lyfta förslag som att det är bra att ta ett livsmedel i taget, att det är viktigt att inte röra med samma tandpetare i de olika livsmedlen, man får inte blanda, samt att det ska se noggrant ut, ordning och reda. Ett av huvudmålen för lektionen blir sedan att alla ska försöka experimentera som på bilden till höger. Det blir oerhört tydligt för eleverna vad som förväntas av dem.

## **Avslutning**

Som förhoppningsvis framgått i denna text erbjuder multimodala resurser att eleverna kan få träna samma kunskapsstoff på olika vis. Mina erfarenheter, tillsammans med elever och kollegor, pekar på att denna typ av arbetsform rymmer potential för ökat lärande. I min nuvarande roll som utvecklingslärare handleder jag många lärare och håller i en del fortbildningar. Inom ramen för det uppdraget försöker jag inspirera och visa hur multimodala resurser kan användas.

Ett tips till lärare som vill börja använda multimodala resurser är att börja i liten skala. Till exempel genom att testa en tilltalande resurs åt gången. Till praktiska nära forskare riktar jag en önskan om att studera effekten av skolrelaterade instruktionsfilmerna. Här verkar det finnas en kunskapslucka. I övrigt önskar jag att lärarutbildare, handledare och andra utvecklingslärare, som inte redan gör det, provar på att använda multimodala resurser.

Slutligen har det för egen del blivit en fortsättning i ovan nämnda Nordforsk-projekt. Då forskarna skriver artiklar håller jag och några kollegor på att arbeta fram ett mer praktiktäna arbetsmaterial. Ett material som kommer att vända sig till lärarutbildare och lärarhandledare. Jag har också börjat läsa magister- och masterkurser i ämnesdidaktik för att på så vis erhålla formell behörighet att exempelvis söka forskartjänster.

## Referenser

- Adolfsson, P., & Kristiansson, R. (2017). *Teknik i kubik*. Pedagogik med musik, Malmö.
- Hallam, S. (2015). *The power of music – a research synthesis of the impact of actively making music on the intellectual, social and personal development of children and young people*. The International Music Education Research Centre (iMerc), Department of Culture, Communication and Media, UCL Institute of Education, University College London
- Kristiansson, R. (2014). *NO med musik – Åk 5 Röd*. Beta pedagog AB, Skällinge, 90.
- Lgr 11 (2019). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet: reviderad 2019*. Stockholm: Skolverket. <https://www.skolverket.se/publikationsserier/styrdokument/2019/laroplan-for-grundskolan-forskoleklassen-och-fritidshemmet-reviderad-2019>, 186.
- Lindwall, O., Brown B., Evans B., & Hillman T. (2017). *Online instructional videos and the demonstration and acquisition of practical skills*. Paper presented at IEMCA Biennial conference, Ohio, USA JULY 10-13.
- Pendrill, A. M., Ekström, P., Hansson, L., Mars, P., Ouattara, L., & Ryan, U. (2014). The equivalence principle comes to school –falling objects and other middle school investigations. *Physics Education*, 49(4), 425-430.
- Åkerfeldt, A & Selander, S. (2016). *Design för lärande*. Stockholms universitet. Hämtad från <https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/name/PO3WCPLARO31392>
- Öman, A., & Sofkova Hashemi, S. (2015). Design and redesign of a multimodal classroom task–Implications for teaching and learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14(1), 139-159.

## Författarpresentation



**Richard Kristiansson** arbetar som naturkunskaps- och teknikutvecklare på utvecklingsavdelningen PDM (Pedagogik, Didaktik och Metodik) i Malmö stad. Han är legitimerad lärare och har tidigare haft tjänst som förstelärare med inriktning mot matematik och NO i årskurs 1-6. Han har lång erfarenhet av att använda multimodala resurser i undervisningen.



# Begrepp, metaforer och liknelser i yngre barns samtal om cellen

Suvi Mikkonen<sup>1,2</sup>, Camilla Lundqvist<sup>1,2</sup>, Cecilia Kozma<sup>1,3</sup>, Andre Bürgers<sup>1,4</sup>, Dana Seifeddine Ehdwall<sup>1,5</sup> och Per Anderhag<sup>1,2,6</sup>

<sup>1</sup> STLS, <sup>2</sup> Stockholms stad, <sup>3</sup> Vetenskapens Hus, <sup>4</sup> Nacka kommun, <sup>5</sup> Botkyrka kommun, <sup>6</sup> Stockholms universitet

## Sammanfattning

*Tidigare studier, som framförallt har fokuserat på äldre barn, har visat att elever kan uttrycka en rad uppfattningar om cellen som avviker från gängse naturvetenskapliga beskrivningar. Projektet som denna studie är en del av syftar därför till att generera kunskap om hur undervisning kan stödja yngre barns (grundskolans årskurs 2) förståelse för cellen. Studien avser att besvara frågeställningarna (1) Vad uppmärksammar yngre barn när de arbetar med cellen i olika sammanhang? och (2) Hur använder yngre elever figurativa ord och naturvetenskapliga begrepp när de pratar om celler? En undervisningsserie omfattande ett tiotal lektioner planerades och genomfördes. Data i form av elevsamtal och digitala elevredovisningar från två lektionstillfällen samlades in och analyserades. Vid det ena tillfället redovisade eleverna egna 3D-modeller av cellen för varandra, som de hade tillverkat på lektionstid efter att ha sett en filmserie från Utbildningsradion om cellen. I det andra tillfället använde eleverna mikroskop för att studera och samtala om samt fotografera djur-, växt- och bakterieceller. Resultatet visar att elever framförallt uppmärksammade funktion när de arbetade med modellerna och form när de studerade riktiga celler. Studien visar på och diskuterar betydelsen av vardagliga, figurativa ord i elevers samtal om cellen.*

## Inledning

Denna studie presenterar resultat från ett projekt som undersöker hur undervisning kan stödja yngre elevers (åk 2) begrepps användning och förståelse för cellen. I ämnesplanen för biologi i årskurs 1-3 ingår inte cellen i det centrala innehållet. Enligt styrdokumentet behöver yngre elever alltså inte lära sig något om cellen, kanske för att ämnesinnehållet och tillhörande begreppsapparat anses vara för abstrakt.

Att introducera naturvetenskapliga begrepp och arbetssätt i grundskolans tidiga åldrar är också något som diskuterats inom forskningsfältet (Berg, Löfgren & Eriksson, 2007). Ofta ställs undersökande, lust och intresse mot naturvetenskapliga fakta och begrepp, där de två senare antas påverka de förra negativt (Tytler m.fl., 2008). Skolinspektionens (2012) granskning visar också att det naturvetenskapliga ämnesinnehållet i skolans yngre åldrar ofta nedprioriteras till förmån för praktiska och intresseväckande aktiviteter. Andra forskare menar dock att det inte behöver finnas några motsättningar mellan intresse och att introducera naturvetenskapliga begrepp tidigt (Eshach & Fried, 2005). Studier har visat att barn i förskoleklass och lågstadiet kan använda komplexa begrepp som friktion (Ulfves, Fahrman & André, 2017) och begrepp kopplade till hållbarhetsfrågor (Caiman, 2015) och evolution (Frejd, 2019). Lärarna i den studie som presenteras här, Lundqvist och Mikkonen, har också positiva erfarenheter av att introducera naturvetenskapliga begrepp och fenomen tidigt i sin undervisning.

Tidigare forskning gällande förståelse för cellen har framförallt fokuserat på äldre elever. Dessa studier visar på en rad uppfattningar om cellen som kan vara problematiska. Exempelvis visar en studie gjord på sextonåriga israeliska ungdomar att cellen uppfattas som något som finns på en specifik plats inuti kroppen snarare än att hela kroppen utgörs av celler (Dreyfus & Jungwirth 1989). En annan studie, gjord på indiska elever i årskurs 6, visar att en annan vanlig missuppfattning är att cellen skulle vara tvådimensionell eftersom den ser tvådimensionell ut i mikroskop. Dessutom avbildas cellen generellt på detta sätt i (tryckta) läromedel (Vijapurkar, Kawalkar, & Nambiar, 2014).

Bilder av celler tolkas ofta av elever som direkta avbildningar snarare än modeller. Det kan förklara varför elever kan uppfatta t.ex. organellers färger och relativa storlek som korrekta avbildningar (Bale, Taylor & Vlaardingerbroek, 2015; del Mar Fernández Fernández & Pilar Jiménez Tejada, 2019; Vlaardingerbroek, Taylor & Bale, 2014). Modeller och hur de används inom naturvetenskapliga sammanhang är generellt något som undervisning sällan fokuserar på (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008). I likhet med cellmodellen tenderar elever att uppfatta andra naturvetenskapliga modeller, som till exempel näringsvävar och växthuseffekten, som direkta avbildningar av verkligheten (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002).

Att lära sig ett nytt ämnesinnehåll, som till exempel cellens funktion och utseende, innebär ett möte med ord och begrepp som är nya eller används på ett specifikt och kanske annorlunda sätt i NO-klassrummet. Många ord, som ribosom, diffusion och entropi, används framförallt i naturvetenskapliga sammanhang och sällan av eleverna i deras vardag. Andra ord kan ha en tämligen specifik betydelse i NO-klassrummet, som till exempel modell, undersökning och anpassning, jämfört med hur de används i vardagsspråket. Att lära sig ett ämnesinnehåll innebär således att successivt lära sig språkliga preciseringar där vardagliga ord och uttryck ersätts med ämnesspecifika. I en ultimat situation sker detta när det

finns ett behov av en språklig precisering, som till exempel att använda *diffusion* för att benämna det man observerar när partiklarna i karamellfärgen och vattnet *spontant blandar sig med varandra* i bågaren.

När elever samtalar i NO-klassrummet använder de ofta vardagliga, figurativa utsagor i form av metaforer och liknelser för att urskilja och konkretisera aspekter i det naturvetenskapliga innehållet (Jakobson & Wickman, 2007). Dessa inslag är viktiga för elevernas lärande då de utgör kopplingar mellan elevens tidigare erfarenheter och det de möter i NO-undervisningen (Jakobson & Wickman, 2007). Även lärare använder sig av ett figurativt språkbruk för att tydliggöra eller uppmärksamma eleverna på saker i undervisningen (Anderhag, Hamza & Wickman, 2015). Det är rimligt att anta att metaforer och liknelser, både lärares och elevers, urskiljer, framhäver och utelämnar aspekter av det fenomen orden uppmärksammar (t.ex. *reningsverket* levern, cellkärnan ser ut som en *boll*, saltet *drar in* vatten i cellen). En undervisningsutmaning handlar därför om hur figurativa utsagor, som alltså kan sägas vara språkliga preciseringar, kan tas tillvara och kopplas samman med undervisningens naturvetenskapliga syften. I denna studie är vi framförallt intresserade av hur utsagor görs kontinuerliga i klassrumssammanhang och vi har valt att inte göra någon skillnad mellan metaforer och liknelser utan behandlar båda som figurativa inslag i ett vardagligt språkbruk. Detta betyder inte att deras användning är isolerade till enbart vardagliga sammanhang, tvärtom; metaforer och liknelser är funktionella språkliga redskap som används av det naturvetenskapliga forskningsfältet i dess kunskapsproduktion (Sutton, 1995).

Sammanfattningsvis, yngre barns lärande i naturvetenskap är relativt outforskad och fler undervisningsnära studier efterfrågas (Caiman, 2015; Weiland, 2019). Detta gäller även ämnesområdet cellen som framförallt har studerats i relation till äldre barns lärande. Det projekt som föreliggande studie är del i syftar därför till att bidra till detta, nämligen att generera kunskap om hur undervisning kan stödja yngre elevers lärande i naturvetenskap. Här avser vi att besvara de explorativa frågeställningarna:

- Vad uppmärksammar yngre elever när de arbetar med cellen i olika sammanhang?
- Hur använder yngre elever figurativa ord och naturvetenskapliga begrepp när de pratar om celler?

## Metod

En serie lektioner om cellen planerades och genomfördes i två klasser i grundskolans årskurs 2. I enlighet med Vetenskapsrådets rekommendationer (Vetenskapsrådet, 2017) informerades eleverna och deras vårdnadshavare om forskningsprojektet och dess syfte och samtliga, förutom fyra elever, gav sitt skriftliga

medgivande inför ljud- och filmupptagningar. Samtliga elever avidentifierades inför transkriberingarna. Studien genomfördes inom ramen för Stockholm Teaching & Learning Studies<sup>1</sup> (STLS) och samtliga författare deltog i planerings- och analysarbetet. Lundqvist och Mikkonen genomförde undervisningen i sina respektive klasser och samlade också in elevmaterial och spelade in elevsamtal via diktafoner. När eleverna mikroskoperade (se nedan) gjorde vi även filminspelningar. Vid detta tillfälle deltog också Anderhag och Kozma.

Vi planerade undervisningsserien i grova drag utifrån de problematiska uppfattningarna som hade framkommit i tidigare forskning. Totalt genomfördes sedan ett tiotal lektionstillfällen med varje klass under sex veckor. Två klasser undervisades i enlighet med planeringen och Lundqvist och Mikkonen arbetade tillsammans med att detaljplanera lektionerna. Efter att lektionen genomförts med den första klassen diskuterades lektionen gemensamt av Lundqvist och Mikkonen. Därefter finjusterades planeringen utifrån erfarenheterna från det första genomförda lektionstillfället innan det genomfördes med nästa klass.

Lektionerna innehöll vanligtvis en introduktion där lärarna berättade om och förklarade det som lektionen fokuserade på, ibland med hjälp av egenproducerade, korta PuppetPal-filmer. PuppetPal är en applikation för att göra digitala dockteater-filmer. Genom att använda helkroppsfotografier på sig själv kan man skapa filmer där ”man själv” rör sig och pratar. Under i princip varje lektion arbetade eleverna med att diskutera och besvara frågor som de sedan dokumenterade i sina digitala elevböcker. Eleverna dokumenterade genom att skriva text, spela in ljud och filmer samt skapa, hämta och redigera bilder. Ofta gjorde man detta efter att man diskuterat med sin bänkgänne. Lärarna använde så kallat kooperativt lärande vilket bland annat innebar att eleverna bytte sina digitala elevböcker med varandra och fyllde på kamraternas dokumentation med ytterligare fakta. När klassen fick ett uppdrag eller en fråga fick varje enskild elev fundera först själv, sedan diskutera med sin kompis och sedan lyftes gruppernas svar och funderingar i hela klassen.

Tabell 1 (nedan) visar hela lektionsserien men data för denna studie består av barnens filmer av sina cellmodeller (lektion 8), samt film- och ljudupptagningar från barnens mikroskopering på Vetenskapens Hus<sup>2</sup> (lektion 9). Dessa två tillfällen beskrivs närmare nedan.

Eleverna i studien hade tillgång till flera olika digitala verktyg. De vi främst använde oss av i denna undersökning var elevernas personliga iPads med tillgång till applikationer som Book Creator (digital arbetsbok där eleverna kunde skriva, fotografera, filma, lägga in bilder och spela in ljud), iMovie och PuppetPals HD.

---

<sup>1</sup> Stockholm Learning & Teaching Studies är ett nätverk där Stockholms universitet och ett antal skolhuvudmän i Stockholmsregionen ingår och som bedriver undervisningsutvecklande forskning.

<sup>2</sup> Vetenskapens Hus är ett Science Education Center med laborativ verksamhet inom naturvetenskap, teknik och matematik för skolelever (<https://www.vetenskapenshus.se/>).

Lundqvist och Mikkonen använde även PuppetsPals för att ta fram lektionsmaterial, då det inte finns sådant som riktar sig till så pass unga elever. Med applikationen skapade lärarna instruktionsfilmer där de själva var huvudrollsinnehavare. I en av filmerna visade lärarna på vilka olika celler som är med och bygger upp en kropp. Under lektionsseriens fjärde lektion fick eleverna se ett avsnitt från Utbildningsradions filmserie "Cellstaden" (Utbildningsradion, 2011). I serien användes en rad liknelser där cellen jämfördes med en stad och dess organeller med olika delar i staden. Till exempel kallades mitokondrien för "restaurang", cellkärnan för "bibliotek" och lysosomen för "sopstation".

Inför modellbygget uppmärksammade lärarna eleverna på att cellerna ibland uppfattas som tvådimensionella, och att de därför fick bygga en tredimensionell cellmodell på lektionstid. För att bygga sina modeller hade eleverna tillgång till påskägg, flörtkulor och pärlor av olika färg och form, piprensare, kräppapper, garn med mera. Varje elev byggde en egen cellmodell och när eleverna var färdiga fick de i uppdrag att spela in en film på sin Ipad där de presenterade sin modell. Detta gjorde de två och två och kamraten uppmuntrades att ställa frågor om något var oklart.

Tabell 1. Lektionsserien om Cellen

Lektion	Innehåll	Begrepp	Mål
1	Introduktion, cellen livets minsta enhet	Liv, Cell, Bakteriec cell, Djurcell, Växt-cell	Att eleven kan prata om cellen som livets minsta enhet och att det finns olika typer av celler på organismnivå (växt, bakterie, djur).
2	Olika typer av celler (djur, växter och bakterier)		
3	Olika typer av djur-celler	Djurcell, Muskelcell, Hår cell, Hudcell, Hjärn-cell	Att eleven ska känna till att det finns olika typer av djurceller, vad cellen behöver (protein, socker, energi) samt att de byts ut under hela livet. Cellkärna i varje cell. Inuti cellkärnan finns DNA (recept) som ger information om hur människor byggs upp, begreppet modell samt att en cell är tredimensionell.
4	Film, "Staden cellen"	DNA, Byggstenar, Protein, Energi, Socker, Modell	
5	Bygga en cell-modell	Tredimensionell	
6	Manusarbete	Manus	Eleven ska kunna bygga upp ett eget manus där de använder naturvetenskapliga begrepp om celler. Att eleven kan prata om vad celler är, hur de kan se ut och vad de gör.
7	Manusarbete		
8	Inspelning av film som presenterar cell-modellen		Att eleven kan presentera vad celler är, hur de kan se ut och vad de gör.
9	Mikroskopering		Att eleven kan prata om hur en cell ser ut och veta hur man kan studera den.
10	Sammanställning av material och erfarenheter från lektion 9		

Lektion 9 åkte eleverna med sina lärare till Vetenskapens Hus för att studera riktiga celler i mikroskop. Eleverna fick titta på flera olika celler; egna kindceller, olika växtceller samt bakterier. Eleverna färgade in och preparerade cellerna för att sedan observera dem i mikroskop. De arbetade i grupper om två elever. Under besöket fanns både personal från Vetenskapens Hus och elevernas egna lärare till hands som hjälpte till med att ställa in mikroskopet och diskutera med eleverna

vad de observerade. Förutom att titta på celler skulle eleverna under besöket ta bilder på det de såg för att sedan presentera detta i sina digitala arbetsböcker.

### **Datainsamling och analys**

Studiens data består av (1) barnens filmer av sina cellmodeller, samt (2) film- och ljudupptagningar från barnens mikroskopering på Vetenskapens Hus. Vi tittade på och lyssnade igenom allt inspelat material och för studien intressanta partier valdes sedan ut för närmare analyser.

För att synliggöra vad eleverna uppmärksammade när de arbetade med cellerna använde vi oss av Organiserande syften (Johansson & Wickman, 2011) och Praktisk epistemologisk analys (PEA) (Wickman & Östman, 2002). Organiserande syften utgörs av två analytiska begrepp: närliggande och övergripande syften.

Ett närliggande syfte kan vara en uppgift eleverna får, i vår studie är det till exempel att eleverna får i uppgift att bygga en cellmodell och samtala om modellens uppbyggnad och funktion. Ett annat exempel från studien är att beskriva skillnader i utseende mellan olika celler när eleverna mikroskoperar.

Ett övergripande syfte är det syfte som läraren har med en eller flera lektioner, till exempel att eleverna ska få en förståelse för cellens betydelse för liv. Om eleverna förstår vad de ska göra och handla mot de närliggande syftena säger man att de har mål-i-sikte.

I en optimal situation är undervisningen organiserad på ett sådant sätt att de närliggande syftena blir mål-i-sikte och successivt leder eleverna mot undervisningens övergripande syften. Lärande enligt denna modell kan ses som att eleverna omformar sina erfarenheter och kopplar samman dessa med det nya de behöver lära sig

De olika lektionernas övergripande syften formulerades inför undervisningen (se tabell 1, mål) och analysen fokuserade på huruvida de planerade aktiviteterna, det vill säga lektionernas närliggande syften, också blev mål-i-sikte för eleverna. Detta blir synligt genom hur eleverna pratar med varandra och med läraren. Utifrån exemplet ovan kan man tänka sig tillfällen där elever istället för att titta på celler använder tid till att försöka förstå hur de ska använda mikroskop, hantera material och preparat. I detta steg analyserades alltså materialet för att klargöra huruvida de närliggande syftena också blev mål-i-sikte för eleverna och vad eleverna uppmärksammade i denna process. Detta steg syftade således till att besvara forskningsfråga 1.

För att besvara forskningsfråga 2 använde vi två analytiska begrepp från PEA: *stå fast* och *relationer*. Dessa användes för att synliggöra hur eleverna pratar om och skapar mening om cellen. Ord och begrepp som eleverna känner igen och kan använda kan sägas stå fast, det vill säga i samtalen behöver de inte fråga om eller diskutera betydelsen av ordet. I utsagan "Kan du ge mig ett täckglas?"

kan täckglas sägas stå fast. Lärande sker när relationer etableras mellan det som står fast och det eleverna inte kan sedan tidigare. Ett svar på frågan om täckglaset skulle kunna vara "Visst, här har du" men också "Menar du den här? Är det här ett täckglas?". I det senare fallet etableras en relation mellan ordet täckglas och ett specifikt objekt. I den här studien var vi framförallt intresserade av vilka relationer eleverna etablerade mellan naturvetenskapliga begrepp och vardagliga, figurativa ord.

Cellmodellfilmerna analyserades även kvantitativt där vi noterade hur ofta eleverna använde naturvetenskapliga begrepp och figurativa ord samt hur relationer etablerades mellan dessa. Denna, tämligen enkla analys, syftade till att klargöra eventuella variationer i vad eleverna uppmärksammar och hur de pratar om detta. Till exempel kunde en elev säga "Det här är en mitokondrie" och peka på en liten plastkula i modellen. En annan elev kunde säga "Här är mitokondrier som är cellens restauranger" samtidigt som hen pekar på plastkulor. I det förra fallet etableras en relation mellan ett naturvetenskapligt begrepp ("mitokondrie") och ett fysiskt objekt ("liten rund plastkula") i cellen, det vill säga eleven etablerar två relationer där den andra är outtalad, mitokondrien finns i cellen. I det senare fallet etableras ytterligare en relation till ett figurativt ord som också konnoterar en funktion (mitokondrie – restaurang).

## **Resultat**

I vad som följer presenteras vad eleverna uppmärksammade när de samtalande om och presenterade sina cellmodeller samt när de mikroskoperade celler på Vetenskapens Hus.

### ***Cellmodeller***

De närliggande syftena i arbetet med cellmodellerna var (1) bygga en modell av en cell med en cellkärna och andra organeller, (2) Skriva ett manus där naturvetenskapliga begrepp används för att förklara organellernas utseende och funktion samt (3) Använda manuset för att spela in en film där cellmodellen presenteras.

Eleverna presenterade och filmade sina cellmodeller parvis. Filmerna laddades därefter upp i elevernas digitala arbetsböcker. I filmerna syns modellerna samt elevernas händer, och deras röster hörs (se figur 1).



Figur 1. En av elevernas cellmodeller. Stillbild från en elevfilm. Den stora vita bollen representerar här cellkärnan, de svarta trådarna kromosomerna, gula flörtkulor avbildar mitokondrier, de orangea piprensarna cellskelett (eleven säger inte ordet, framgår av den funktion eleven ger piprensarna) och kräppappret cellplasmata.

Analysen visade att samtliga elever, med något undantag, pratade om cellmodellen utifrån dess innehåll, organellerna, och de funktioner dessa hade. Det förekom stora variationer i materialet gällande hur eleverna använde naturvetenskapliga begrepp och vardagliga ord. Under arbetet använde eleverna begrepp som exempelvis: cellkärna, kromosom, motorprotein, ribosom, mitokondrie och så vidare. När de beskrev sina färdiga cellmodeller använde de både begrepp men beskrev även dessa funktioner med hjälp av figurativa ord. Dessa kom ursprungligen från den UR-film som de hade sett och de användes också av lärarna när de undervisade. Exempel på figurativa ord som eleverna använde var "fabriker" för ribosomer och "bibliotek" för cellkärnan.

Vissa elever använde många figurativa ord, utan att koppla dem till specifika funktioner, till exempel genom att säga "Det här är *restaurangen*" (Eleve exempel 1) och peka på ett objekt i cellmodellen. Andra elever kopplade samman begreppet med både ett figurativt ord och organellens funktion, till exempel genom att säga "Det här är en lysosom, en *sopstation* där saker hamnar som inte behöver användas" (Eleve exempel 2) samtidigt som hen pekar på ett objekt i cellmodellen. Vardagliga och figurativa ord visade sig ha en funktion i att precisera det naturvetenskapliga innehållet. Nedanstående elevsamtal exemplifierar detta, Elev 2 presenterar sin cellmodell för sin kamrat som undrar om hen har några mitokondrier i sin cellmodell.

*Eleve exempel 3: Vad gör restaurangen?*

- 1 **Eleve 1:** Har du några mitokondrier [i cellmodellen]?
- 2 **Eleve 2:** Ja, restaurangen, det är den här [en vit flörtkula].
- 3 **Eleve 1:** Mm. Vad gör restaurangen?
- 4 **Eleve 2:** Den bankar sönder sockermolekyler och sprutar ut energibubblor som landar på, ehh,
- 5
- 6 motorproteinernas ben så att dom kan gå.

Ett flertal relationer etableras i detta korta samtal: mitokondrie – restaurang, mitokondrie – restaurang – runt (ganska stort) objekt i cellen (rad 1-2). I rad 4-6 preciseras restaurangen/mitokondriens funktion: mitokondrien – bankar sönder sockermolekyler, mitokondrien sprutar ut – energibubblor, energibubblor landar på motorproteinerna – så att de kan gå. Även om det inte går att veta vilken betydelse Elev 2 lägger i de ord hen använder (t.ex. energibubblor) visar exemplet hur vardagliga och figurativa ord kopplas samman med begrepp för att beskriva ett naturvetenskapligt innehåll, det vill säga mitokondriens funktion i cellen. Tabell 2 visar en sammanställning av antalet gånger eleverna använder naturvetenskapliga begrepp och figurativa ord då de presenterar sina cellmodeller. De figurativa orden mötte eleverna i UR-filmen. Dessa ord konnoterar funktion. Ett undantag är ”energibubblor” som eleverna, precis som Elev 2 i exemplet ovan, använde när de beskrev mitokondrien och/eller motorproteinerna.

Tabell 2. Elevernas användning av naturvetenskapliga begrepp och figurativa ord när de presenterar sina cellmodeller

Naturvetenskapliga begrepp	Antal	Figurativa ord	Antal
Cellkärna	22	Bibliotek	5
Motorprotein	20	Brevbärare	1
Golgiapparat	11	Lager	2
Ribosom	12	Fabrik	14
Mitokondrie	15	Restaurang	19
Lysosom	7	Sopstation	9
Cytoplasma/cellvätska	7	-	-
Kromosomer	17	Recept	5
ER (Endoplasmiskt retikulum)	3	-	-
Avläsarenzym	5	-	-
Cellmembran	7	-	-
Cellmodell	4	-	-
DNA/DNA-sträng	4	Recept	1
[Transportproteiner]	-	Portal	7
[ATP]	-	Energibubblor	11

Not. orden transportprotein och ATP används inte av någon elev, detta är dock vad de avser med portaler och energibubblor.

Den kvantitativa analysen visade att den elev som använde flest naturvetenskapliga begrepp i sin presentation använde 17 begrepp, de som använde minst antal använde 3 begrepp. Det var även stor variation i mängden relationer som etablerades mellan artefakterna i cellmodellen och begrepp och figurativa ord. En elev etablerade 17 relationer och någon utpekade enbart artefakterna med ett ord eller begrepp. Ett exempel är elevexempel 4 där en elev säger ”Där är mitokondrien” (begreppet) när hen pekar på en flörtkula (artefakten).

Något oväntat hade flertalet elever fört in motorprotein, och benämnde dem också som just motorprotein, i sina cellmodeller (tabell 2). Många använde piprensare med ihåliga kulor på för att visa hur dessa, till exempel, ”går och bär på *proteinpaket*” (Elevexempel 5). I UR-filmen åskådliggjordes motorproteinerna i enlighet med den konventionella naturvetenskapliga modellen för deras rörelse och eleverna fick således se hur molekylerna ”gick” på cellskelettet. Detta var något som de tyckte var intressant och spektakulärt vilket kanske kan förklara att eleverna valde att redovisa detta i sina cellmodeller.

Slutligen, den variation som resultatet visar säger inte någonting om enskilda elevers kunskaper om cellen. Att en elev inte etablerar relationer i sin presentation utan enbart visar och benämner innehållet betyder inte att hen inte vet, till exempel vilken funktion en viss organell har. Alla elevpresentationer uppmärksammade olika organellers funktion men även deras morfologi då eleverna använde olika material för att åskådliggöra cellens innehåll. Endast i något undantagsfall framgår det varför eleven använt ett visst material för att åskådliggöra en specifik organell.

## **Mikroskopering**

De närliggande syftena vid besöket på Vetenskapens Hus var att eleverna skulle (1) tillverka preparat av olika celltyper, (2) titta på dem med hjälp av mikroskop och att samtala om vad de ser samt (3) med sina Ipads ta kort på saker de observerat i sina preparat.

Under mikroskoperingen på Vetenskapen Hus dokumenterade eleverna vad de såg genom att fotografera cellerna genom mikroskopet. Dessa bilder samt en kort text om besöket inkluderades i deras digitala arbetsböcker. Elevernas samtal visade att de framförallt diskuterade cellernas utseende och mycket tid togs i anspråk för att hantera mikroskopet och framförallt att ta fina bilder på vad de såg i preparatet. Lundqvist och Mikkonen valde därför att göra ändringar inför nästa grupps besök. Dessa ändringar bestod i att elevgruppen gemensamt skulle ta kort (istället för att varje elev tog egna kort) samt att den som för närvarande inte tittade i mikroskopet skulle ställa frågor till kamraten om vad hen såg. Detta resulterade också i att mindre tid ägnades åt att fotografera och mer tid ägnades åt att titta och prata om vad de observerade.

Under samtalen framkom det att eleverna hade förväntningar på vad de skulle få se när de tittade på cellerna och att de då hänvisade till saker som de lärt sig i klassrummet. Eleverna använde då de naturvetenskapliga begreppen, som till exempel cellkärnan, snarare än "biblioteket". Till exempel var det vanligt att de sa till varandra att de såg mitokondrier eller ribosomer i preparatet. Med de förstoringar som användes kunde man inte se dessa och lärarna och handledarna behövde klargöra för eleverna att det mesta i cellen är för smått att se genom de mikroskop de använde. Andra saker som de behövde hjälp med att urskilja var till exempel cellkärnan i kindpreparaten, att de inte tittar på en celldelning (de visste att celler delar på sig och hade tidigare sett bilder på celldelningar) eller att det är en luftbubbla som de tittar på (och inte en organell).

Eleverna var mycket engagerade och intresserade när de studerade cellerna vilket tog sig uttryck i många utrop av formen "Wow", "Coolt" och liknande. Särskilt att kunna observera sina egna kindceller väckte fascination hos eleverna. Transkriptet nedan, som också visar hur en elev liknar cellen vid en ananas, visar på detta.

*Eleve exempel 6: Det ser ut som en ananas*

- 1 **Ele 1:** Aah!
- 2 **Ele 2:** Det ser ut som en ananas!
- 3 **Ele 1:** Det såg ut som en ananas
- 4 **Ele 3:** Vad coolt! Coolt va!
- 5 [...]
- 6 **Ele 2:** Det är mina!
- 7 **Ele 3:** Wow, wow, wow. Oj det där är mycket celler
- 8 **Ele 2:** Jag vet det är femton celler
- 9 **Ele 2:** Det är mina, jätteförstorat
- 10 [...]
- 11 **Ele 2:** Där är cellkärnan

När eleverna pratade använde de sig av spontana liknelser för att beskriva det de tittade på (t.ex. kedja, stekta ägg, pizzabit, stjärnor, fingrar). I mötet med cellen använde eleverna således tidigare erfarenheter för att beskriva vad de urskilde i preparatet. Dessa beskrivningar hade en funktion i det att de utpekar för dem själva och de övriga vad som är intressant att titta på. Ofta var dessa beskrivningar även funktionella för andra, till exempel genom att de hjälpte läraren att urskilja vad eleven uppmärksammat. Många gånger togs beskrivningen upp och flera använde den för att tala om cellen. Beskrivningar som till exempel "tegelsten" och "stjärna" (som flera använde för att beskriva vad de såg) och "ananas" och "fingrar" kunde förstås och användas av andra. När någon vuxen var med fick eleverna hjälp med att göra dessa liknelser kontinuerliga med ett naturvetenskapligt innehåll, vilket eleve exempel 7 visar. En handledare från Vetenskapens Hus sammanfattade aktiviteten och de pratade då om de bakterier de tittat på.

- Eleve exempel 7: Varje sådan här pärla är en bakterie*
- 1 **Handledare:** Och hur såg bakterierna ut då? Vilka såg  
2 bakterierna?  
3 [Eleverna räcker upp händerna]  
4 **Handledare:** Hur såg dom ut?  
5 **Elev 1:** Dom såg typ ut som maskar eller  
6 pärlhalsband, eller kedjor och pärlhalsband,  
7 med pärlor.  
8 **Elev 2:** Typ så här, pärla, pärla, pärla.  
9 **Handledare:** Precis så såg det ut som pärla, pärla, pärla.  
10 Och varje sådan här pärla är en bakterie,  
11 i det där pärlhalsbandet  
12 **Elev 2:** Va? Sitter dom ihop?  
13 **Handledare:** Dom sitter ihop, yes, så varje sådan i  
14 pärlhalsbandet är en bakterie. Där är  
15 cellkärnan

I exemplet använder båda barnen och handledaren liknelsen pärla och pärlhalsband när de pratar om de bakterier (*Nostoc sp.*) som de tittar på. Genom att likna objektet med pärlor (även maskar och kedjor, rad 5-7) kan de tillsammans precisera vad i preparatet som är en bakterie. I rad 9-11 tydliggör handledaren att varje pärla är en bakterie och att de alltså sitter ihop, vilket några elever inte hade uppfattat när de tittade på dem i mikroskopet (rad 12). I rad 13-14 bekräftar handledaren detta igen och i samtalet etableras relationen: en pärla – en bakterie.

## Diskussion

Studier har visat att det naturvetenskapliga ämnesinnehållet ofta nedprioriteras till förmån för intresseväckande, ofta praktiska, aktiviteter i undervisningen i de lägre årskurserna (Tytler m.fl., 2008; Skolinspektionen, 2012). Det finns givetvis flera orsaker till detta, det kan handla om lärarnas ämneskompetens (Tytler m.fl., 2008) men också om de specifika förutsättningar som kännetecknar undervisning av yngre barn. I likhet med vad Weiland (2019) har visat i sin studie om NO-undervisning på lågstadiet, behövde också lärarna i vår studie förhålla sig till och hantera icke ämnesspecifika faktorer, som till exempel elevernas stävning, när de undervisade. Vår studie visar dock, i likhet med Ulfves med kollegor (2017), att det inte finns någon motsägelse mellan att introducera elever till nya begrepp och ämnesinnehåll och att öka deras intresse för ämnet.

Studien har visat, vilket kanske inte var överraskande, att yngre elever uppmärksammar olika saker när de pratar om cellen i olika sammanhang. När eleverna arbetade med cellmodeller kom cellens och organellernas funktion att vara i fokus, när de mikroskoperade uppmärksammade eleverna framförallt utseendemässiga och morfologiska aspekter. För att bemöta den utspridda missuppfatt-

ningen att cellerna är platta (Vijapurkar m.fl., 2014), fick eleverna i studien tillverka sina egna tredimensionella cellmodeller i påskägg, i stället för att rita dem. Liknande upplägg har använts i andra studier men för äldre barn (Kress m.fl., 2001). Eleverna i vår studie byggde sina modeller som modeller av djurceller under lektionstid efter att de hade sett en filmsekvens, vilket innebär att de hade tillgång till samma material som tillhandahölls av lärarna, men också, att de hade tillgång till varandra och inspirerade varandra under byggandet. Detta kan förklara den stora likheten modellerna emellan. Till exempel modellerar nästan alla elever sina cellkärnor som vita bollar, som innehåller 46 garnbitar som representerar kromosomerna. Oavsett detta visar studien att modellbyggande kan vara ett medel för att möjliggöra för yngre elever att skapa en relation till det naturvetenskapliga innehållet och språket. I vår studie kom detta framförallt att handla om organellernas funktion men det är lätt att föreställa sig hur undervisningen kan rikta elevernas uppmärksamhet mot andra saker som exempelvis organellernas form, placering och relativa storlek.

Många naturvetenskapliga fenomen och begrepp kan till en början vara abstrakta och obekanta för elever (Lemke, 1990). Jakobson och Wickman (2007) har visat att metaforer kan stödja yngre elevers begreppsanvändning och förståelse för naturvetenskap. Metaforerna skapar en koppling mellan det eleverna möter i NO-klassrummet och deras tidigare, mer vardagliga, erfarenheter. Eleverna i vår studie beskrev organellerna och deras funktion och samspel genom att använda figurativa ord de mött i UR-filmer om cellen (Utbildningsradion, 2011) samt egna spontana liknelser. Att eleverna uppmärksammade dessa ord och använde dem så flitigt under sina redovisningar antyder att de hade en funktion för deras möjlighet att prata om, och därmed skapa mening, om cellen. I likhet med Jakobson och Wickman (2007) föreslår studien således att figurativa ord kan utgöra språkliga redskap för eleverna att samtala om naturvetenskapliga fenomen. Naturligtvis är dessa inte helt oproblematiske. Mitokondrien beskrivs exempelvis som en "restaurang". Det finns en viss risk att denna beskrivning skulle kunna tolkas alltför bokstavligt. Vem skulle i så fall restauranggästen vara? Vilken mat serveras där, och vem tillagar den? Av vilka råvaror? Undervisningen bör således uppmärksamma eleverna på vilka begränsningar det kan finnas med att likna, till exempel, en mitokondrie med en restaurang eller en lysosom med en sopstation. I vissa fall konkretiserades betydelsen av liknelsen av eleverna själva och dessa preciseringar kan kanske vara lämpliga att utgå ifrån. Till exempel var det många elever som kopplade samman mitokondrie och restaurang med sockermolekyler, energibubblor och organellers rörelse. Även om det är oklart vilken betydelse eleverna lägger i nedbrytning av socker och energibubblor är detta ändå en intressant, och delvis korrekt, beskrivning av mitokondriens energiomvandlande funktion. En intressant fortsättning på denna studie vore därför att närmare undersöka hur liknande beskrivningar kan tas tillvara i undervisningssituationer.

## Referenser

- Anderhag, P., Hamza, K., & Wickman, P.-O. (2015). What Can a Teacher Do to Support Students' Interest in Science? A Study of the Constitution of Taste in a Science Classroom. *Research in Science Education*, 45 (5), 749-784.
- Bale, C., Taylor, N. & Vlaardingerbroek, B. (2015). Representing the cell in diagrammatic form: A study of student preferences. *Teaching Science*, (61)1, 41-46.
- Berg A., Löfgren R. & Eriksson, I. (2007). Kemiinnehåll i undervisningen för nybörjare. En studie av hur ämnesinnehållet får konkurrera med målet att få eleverna intresserade av naturvetenskap. *NorDiNa* 3 (2), 146-162.
- Caiman, C. (2015). *Naturvetenskap i tillblivelse: barns meningsskapande kring biologisk mångfald och en hållbar framtid*. Doktorsavhandling: Stockholm: Stockholms universitet.
- del Mar Fernández Fernández, M. & Pilar Jiménez Tejada, M. (2019). Difficulties learning about the cell. Expectations vs. reality, *Journal of Biological Education*, (53)3, 333-347.
- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1989). The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education*, 23, 49-55.
- Eshach, H. & Fried, M.N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood?, *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336
- Frejd, J. (2019). *Encountering Evolution: Children's Meaning-Making Processes in Collaborative Interactions*. Doktorsavhandling. Linköping: Linköpings universitet, Norrköping.
- Jakobson, B. & Wickman, P.-O. (2007). Transformation through Language Use: Children's Spontaneous Metaphors in Elementary School Science, *Science & Education* 16:267-289.
- Johansson, A.-M. & Wickman, P.-O. (2011). A pragmatist understanding of learning progression. Ingår i Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond fragmentation: didactics, learning and teaching in Europe*, ss. 47-59. Leverkusen: Barbara Budrich Publishers.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). Multimodal Teaching and Learning. The Rhetorics of the Science Classroom. In: C. Candlin and S. Sarangi (Red.), *Advances in Applied Linguistics*. (s. 152 - 170). London: Continuum International Publishing Group Ltd.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking Science. Language, Learning, and Values*. Santa Barbara, CA: Praeger Publishers Inc.
- Skolinspektionen. (2012). *"Min blev blå!": - men varför då?...* Stockholm: Skolinspektionen.
- Sutton, C. (1995). *Words, Science and Learning*, Buckingham: Open University Press.

- Treagust, D.F., Chittleborough G. & Mamiala, T. L (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K., & Cripps Clark, J. (2008). *Opening up pathways: Engagement in STEM across the Primary-Secondary school transition*. Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations, Brisbane.
- Ulfves, A., Fahrman, B. & Andrée M. (2017). Om utveckling av elevers förmåga att resonera om friktion i de tidiga skolåren, *Forskning om undervisning och lärande 2017*: 1 vol. 5.
- Utbildningsradion (2011). *Cellstaden. Utflykter till livets kärna*. Stockholm: Utbildningsradion. Hämtad från: <https://urplay.se/program/177547-utflykter-till-livets-karna-cellstaden>.
- Vetenskapsrådet (2017). God forskningssed. Stockholm: Vetenskapsrådet
- Vijapurkar, J., Kawalkar, A. & Nambiar, P. (2014). What do Cells Really Look Like? An Inquiry into Students' Difficulties in Visualising a 3-D Biological Cell and Lessons for Pedagogy, *Research in Science Education*, 33, 307-333.
- Vlaardingerbroek, B., Taylor, N. & Bale, C. (2014). The problem of scale in the interpretation of pictorial representations of cell structure, *Journal of Biological Education*, (48)3, 154-162.
- Weiland, M. (2019). *Hänsyn till helheten: extrahering av en didaktisk modell för det komplexa innehållet i den naturorienterande undervisningen på lågstadiet*. Licentiatavhandling, Uppsala universitet, Institutionen för pedagogik, didaktik och utbildningsstudier, Uppsala.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: a sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601-623.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations, *Science Education*, 95(2), 941-967.

## Författarpresentation



Suvi Mikkonen är verksam lärare i Stockholms stad. Hon har 18 års erfarenhet av att arbeta inom skolan. Hon är utbildad och legitimerad att undervisa elever från årskurs 1 till 6 i naturvetenskap.

*Mikkonen m.fl.*



Camilla Lundqvist är legitimerad lärare för de yngre åldrarna. Sedan 2011 arbetar hon i Stockholms stad där hon är verksam som klasslärare samt arbetslagsledare.



Cecilia Kozma är föreståndare på Vetenskapens Hus. Sedan höstterminen 2018 är hon koordinator i STLS - Stockholm Teaching & Learning Studies.



Andre Bürgers är lektor i fysik och matematik på Nacka gymnasium i Nacka. Sedan höstterminen 2018 är han även koordinator i STLS - Stockholm Teaching & Learning Studies.



Dana Seifeddine Ehdwall är lektor i naturvetenskapliga ämnenas didaktik på S:t Botvids gymnasium i Botkyrka. Sedan höstterminen 2018 är hon koordinator i STLS - Stockholm Teaching & Learning Studies.



Per Anderhag är lektor på Stockholms stads utbildningsförvaltning samt nätverksledare för det ämnesdidaktiska nätverket i naturvetenskap och teknik i STLS - Stockholm Teaching & Learning Studies.



# Forskning inom ett komplext projekt riktat mot skolan

Miguel Perez, Sadaf Salavati och Barbro Tyrberg  
*Linnéuniversitetet*

## *Sammanfattning*

*I några av Sveriges län pågår skolprojektet Maker tour – Mot nya höjder som syftar till att öka antalet elever som söker till naturvetenskapliga och tekniska utbildningar. I anslutning till detta sker forskning vid Linnéuniversitetet.*

*Maker tour – Mot nya höjder består av olika delar och verksamheter och drivs dessutom av flera samarbetspartner. Detta skapar en situation som i forskning kan hanteras på olika sätt. Ett sätt att studera sådana projekt är att titta på väl avgränsade delar. Ett annat sätt, vilket är den väg vi valt, är att studera projektets komplexitet och därmed försöka nå en bredare förståelse av den helhet som projektet utgör.*

*Syftet med denna artikel är att presentera vår pågående forskning och visa hur teorier kan användas för att beskriva och bidra till ett projekts utveckling.*

## **Skolprojektet Maker tour – Mot nya höjder**

Hösten 2014 gick startskottet för Maker tour – Mot nya höjder (MT-MNH). MT-MNH är ett projekt som syftar till att öka eleverns intresse för naturvetenskap, teknik och matematik (också förkortat STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics). Kronobergs län har haft ett lågt söktryck på utbildningar med detta innehåll och förhoppningen är att projektet ska leda till att fler elever väljer naturvetenskapliga och tekniska utbildningar. Beskrivning av projektet i sig har tidigare publicerats i anslutning till konferensen ”Från forskning till fysikundervisning” i Malmö 2016 (Lindwall & Persson, 2016). MT-MNH vänder sig framförallt till lärare i årskurserna 4–9.

Tanken med projektet är att lärare ska få tillgång till material med idéer och konkreta instruktioner som kan omsättas i undervisningen utifrån lärarens egen bedömning av vad som är lämpligt för just de egna eleverna. Det publicerade materialet har ett innehåll som knyter an till naturvetenskap, teknik och matematik, men har också kopplingar till andra skolämnen, företrädesvis praktisk-

estetiska. Digital teknik har också funnits med som ett inslag. Materialet som lärarna har tillgång till kallas för *utmaningar* och har tagits fram för att komplettera andra läromedel genom sin strävan att tillföra idéer kring arbete med STEM-ämnena utifrån berättelser och teman. Från projektstart fram till och med 2019 skrevs utmaningarna av Katrin Lindwall och Jan Sjökvist och illustrerades av Catti Sammelin och Rebecka Green. Sedan 2020 skrivs utmaningarna av Tekniska museet. De klasser som anmälde sig fram till och med 2019 tilldelades en klassblogg där de med ord och bild beskrev hur arbetet fortlöpte. Efter 2019 ersättes bloggarna med att lärare utvärderar utmaningarna. De mest aktiva klasserna under en termin får möjlighet att ta del av en belöning. Genom åren har eleverna i anmälda klasser också getts möjlighet att möta STEM-ämnena i andra sammanhang såsom företagskontakter, utställningsbesök och besök av Makerbuss från Tekniska museet. Sedan 2018 har MT-MNH spridits utanför Kronobergs län så även lärare och elever i Gävleborgs och Gotlands län getts möjlighet att delta. För utförligare beskrivning av projektets framväxt och aktiviteter hänvisar vi till rapporten *Maker tour – Mot nya höjder; en rapport om projektet och dess utveckling* (Salavati, Tyrberg & Perez, 2019).

## Ett komplext sammanhang

I *Maker tour – Mot nya höjder* ingår flera aktörer med olika roller. De huvudsakliga deltagarna är Länsstyrelsen i Kronobergs län, Linnéuniversitetet, Region Kronoberg, Tekniska museet, Science center 2047, Science center Fenomenalen, Nobelmuseet, företag, kommuner och, inte minst, de skolor som deltar. Eftersom aktörerna är människor med blandade erfarenheter så väljer vi att betrakta MT-MNH som ett *komplex system*, speciellt för att det handlar om olika sociala sammanhang. Enligt Checkland och Poulter (2010), inkluderar komplexa system rättsväsende, hälso- och sjukvård och skolor. Dessa är fyllda av hundratals rörliga delar, experter inom olika områden samtidigt som de påverkas av föränderlig politik, ekonomi och det sociala sammanhanget, vilket leder till ständigt pågående anpassningar.

### *System och delsystem*

I fallet med MT-MNH ingår skolor, men också ett flertal andra organisationer som dessutom tillhandahåller aktiviteter vars innehåll växelverkar med bland annat aktuella händelser och tillgängliga resurser hos ingående aktörer. Projektet befinner sig alltså i ett större system som också behöver beaktas ur ett forskningsperspektiv. Skolsystemet med dess regelverk är ett exempel på ett sådant och ett annat exempel är politiska beslut inom regionerna som påverkar tillgängliga resurser.

Projektet MT-MNH innehåller i sig även fler avgränsade delsystem. De olika delsystemen samspelar vilket skapar både möjligheter och begränsningar. Häri

ingår bland annat de utmaningar som tagits fram och lärarnas arbete med dessa i sina klasser. Ett annat exempel på samspel är att skolans kursplaner (som kommer från omvärlden) påverkar utformningen av de utmaningar som lärarna arbetar med. Ytterligare ett exempel är hur en aktör kan påverka projektets val av tema. Ett exempel återfinns år 2015 då länsstyrelsen i Kronobergs län organiserade den årliga träffen för Association of Space Explorers. Denna händelse blev startpunkten för projektet och det allra första temat, som handlade om rymden.

#### *Arbetet i skolorna*

I relation till skolan bidrar MT-MNH både direkt och indirekt. Vid besök av Makerbuss på skolorna och utställningsbesök möts eleverna av personal från projektet som ansvarar för organiserande och aktiviteter. Detta är exempel på direkta inslag. När lärare använder innehållet i utmaningarna tillsammans med sin klass utgör det exempel på ett indirekt inslag. I nuläget har vi avgränsat oss till att titta på det indirekta arbetet med de utmaningar som produceras.

Eftersom lärarna är de som arbetar med projektets centrala del, utmaningarna, betraktas de som nyckelpersoner i arbetet med att öka elevernas intresse för naturvetenskap, teknik och matematik i MT-MNH. Utmaningarna är ett skriftligt material där innehållet har ett termins- eller ett årstema och, i flera fall, är uppbyggt som en berättelse och innehåller förslag på flera aktiviteter såsom experiment och uppdrag. Utmaningarna görs tillgängliga succesivt, vanligen tre gånger per termin. Konstruktörerna till utmaningarna, som arbetade med detta 2014-2019, menar att innehållet är tänkt att inspirera och utmana lärarna att lyfta in mer praktiska moment i naturvetenskaps- teknik- och matematikundervisning för att öka intresset hos eleverna, men ansvaret för planering av undervisning är alltid lärarnas. Utmaningarna i sig har också en komplex karaktär eftersom de berör flera skolämnen och kan inte alltid enkelt karaktäriseras.

#### *Komplext kontra komplicerat*

En viktig distinktion som vi gör är mellan vad som är komplext och vad som är komplicerat. Det komplicerade är inte enkelt, men det är möjligt att förklara. Det komplexa är inte heller enkelt, men förutom att det kan inrymma komplicerade och därmed förklarbara delar så går det inte att förklara fullt ut. Vi väljer att kalla projektet komplext. Augustinsson och Brynolf (2012) förklarar skillnaden mellan de två begreppen komplicerat och komplext genom att exemplifiera med en jumbojet. Trots att jumbojeten är en komplicerad konstruktion går det att förutsäga funktioner, detaljer och relationer. Därmed är det möjligt att använda styrningsmetoder där man vet att ett visst handlande får en given konsekvens. Det komplexa, menar Augustinsson och Brynolf (2012) handlar istället om något dynamiskt, mångbottnat och detaljrikt som inte kan beskrivas fullt ut och nämner naturen och människan som exempel. Det komplexa kan samtidigt inrymma sådant

som är komplicerat. Även Cuban (2010) behandlar skillnaden mellan det komplicerade och det komplexa varvid han beskriver det komplexa genom två exempel. Det ena exemplet handlar om det arbetssätt som rättsväsendet använder för att klara av att avgöra ifall en anklagad person är skyldig eller oskyldig och det andra exemplet om hur man skapar förutsättningar för att få barn att lyckas i skolan. Sammantaget stämmer MT-MNH väl in i beskrivningen av ett komplext system.

## Forskningen kring Maker tour – Mot nya höjder

Forskningen i anslutning till MT-MNH startade i mindre omfattning under hösten 2018 och genomförs sedan våren 2019 av en forskningsgrupp från Linnéuniversitetet i Växjö som består av tre personer med olika ämnesbakgrund. Forskningen presenteras succesivt för projektets ingående aktörer.

I början av forskningsarbetet har vi fokuserat på de personer och organisationer som är eller har varit involverade. Vi har därför intervjuat de flesta personer med en central roll i MT-MNH. Vårt intresse har riktats mot motiven bakom deltagandet, både ur personliga perspektiv och ur respektive organisations perspektiv. Vid analysen av intervjuerna har vi varit speciellt intresserade av informanternas beskrivningar av sina roller, deras relation till projektets ingående delar, varför de valt att delta samt hur de agerar och arbetar med grund både i sin roll i projektet och i sin organisations perspektiv. De dokument som genom åren producerats i MT-MNH har gett ytterligare stöd för analysen.

Genom våra analyser av intervjuer och dokument har vi identifierat flera delar inom projektet MT-MNH. Det som händer på skolorna med lärare och elever i arbetet med till exempel utmaningarna utgör en del. Den organisatoriska delen med styrning, förutsättningar och sammanhang utgör en annan. Samtidigt finns det flera kopplingar mellan dessa delar. Resultaten från analyserna har sammanställts och presenteras här i form av en *rik bild*<sup>1</sup> (figur 1) som visar MT-MNH, dess ingående delar och hur dessa relaterar till varandra. Den komplexitet som framgår av den rika bilden (figur 1) inkluderar skolor, vilka i sig också är komplexa organisationer som finns i unika sammanhang och därför tillför en än större komplexitet till MT-MNH.

---

<sup>1</sup> Att beskriva inbördes relationer genom användandet av en *rik bild* är ett redovisningssätt som är vanligt inom mjukt systemtänkande. Detta presenteras senare i texten.



olika perspektiv och intressen. Ett exempel är att det från länsstyrelsens sida är viktigt att öka detta intresse i relation till det uppdrag man har i länet som rör kompetensförsörjning i företag och för Linnéuniversitetet är detta intressant ur ett studentrekryteringsperspektiv. Just dessa två sätt att se på MT-MNH, eller dessa två världsbilder, ställer inte till några större problem i det gemensamma arbetet. Bland de identifierade världsbilderna framträder också andra syften. Dessa syften handlar om att aktörer vill stärka sina egna verksamheter, att skolans utveckling ska stå i fokus, att samarbete mellan skola och näringsliv ska betonas och att främst stötta lärare och undervisning – alltså världsbilder som krockar eller riskerar att krocka.

En förhoppning med forskningen är att återkopplingen som sker till MT-MNH ska öppna ögonen på ingående aktörer så att man utifrån medvetenheten och klagörandena av varandras olika världsbilder på ett bättre sätt ska kunna inrikta insatserna mot de gemensamma syften som formulerats.

### ***Mjukt systemtänkande – vår teoretiska ram***

Ett tämligen vanligt angreppssätt i forskning är att utgå från en större helhet och på så vis tränga djupare ner i ett allt smalare område. Eftersom vi tittar på ett dynamiskt sammanhang behöver vi kontinuerligt återgå till helheten för att beakta denna och utröna dess påverkan på mer avgränsade inslag, men också inslagens påverkan på andra delar av sammanhanget. Att växla mellan helhet och detaljer ger oss möjlighet att öka förståelsen för det totala sammanhanget. Det finns flera sätt att ta sig an studier av komplexa sammanhang. Ett sådant sätt är att ta hjälp av *mjukt systemtänkande* som teoretisk grund för vår forskning. Systemtänkande kan definieras som ett tankesätt där "verkligheten" betraktas som komplexa system (Reynolds & Holwell, 2010). Grundtanken är att detta ska öka förståelsen för en helhet (exempelvis MT-MNH). Genom att titta på enskilda delar, delarnas relation till varandra samt delarnas relation till helheten kan en högre nivå av förståelse för systemets helhet uppnås (von Bertalanffy, 1928:64, i von Bertalanffy, 1972, sid. 411). Systemtänkande bidrar därför med att berika vårt tänkande kring projektets aktiviteter, aktörer, syften och mål (jfr Checkland, 1999).

Det finns flera skolbildningar inom systemtänkande – den variant vi använder kallas alltså mjukt systemtänkande. Det mjuka systemtänkandet utgår från att den komplexa sociala världen, bestående av flöden, av händelser samt alla tankar och idéer, förändras med tiden (Checkland & Poulter, 2010). Ett syfte med mjukt systemtänkande är att förstå människors olika *världsbilder* och vilka konsekvenser dessa får för deras olika val. Inom MT-MNH kan detta handla om på vilket sätt projektledarna väljer företag för samarbete, vilka aktiviteter man lyfter fram, utvecklar eller deltar i samt vilka teman man väljer att arbeta med. Utgångspunkten är att människor väljer aktiviteter som är meningsfulla för dem utifrån

respektive persons uppfattning om hur verkligheten ser ut, alltså deras världsbilder (Checkland, 1999). Vid en första anblick kan detta uppfattas som om det finns en direkt koppling mellan världsbild och handling, vilket det inte gör. Många sammanhang som vi människor befinner oss i kan inte enkelt avgränsas och definieras, utan vi behöver navigera mellan divergenta perspektiv och en stor variation av världsbilder som många gånger krockar. I arbetet med att strukturera upp dessa komplexa, svårdefinierbara och problematiska situationer som i sig inrymmer en mångfald av, många gånger, krockande världsbilder är mjukt systemtänkande ett användbart angreppssätt eftersom detta bidrar med tänkesätt som ger stöd i struktureringen av den beskrivna komplexiteten (Checkland, 1999; Reynolds & Holwell, 2010).

Allteftersom vi kommer till klarhet över MT-MNH:s olika beståndsdelar framträder behov av att använda andra teorier i forskningen. Inom det mjuka systemtänkandet är det möjligt att lyfta in kompletterande teorier eller angreppssätt (Salavati, 2016). I vårt fall har vi valt att sammanföra mjukt systemtänkande med två andra teoretiska begrepp för att förstå, analysera och diskutera de komplexa lärande- och undervisningssituationer som uppkommer genom projektet.

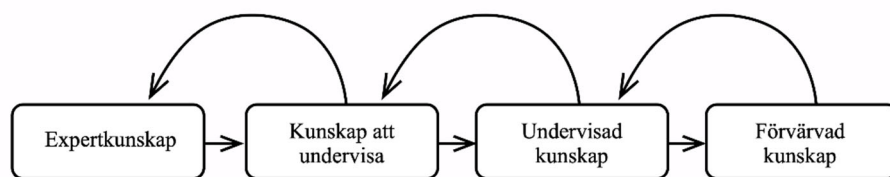
### ***Den didaktiska transpositionen av kunskap och praxeologier***

Vi ser projektets mål att både skapa intresse för naturvetenskap och teknik och samtidigt vara ett underlag för undervisning i de olika ämnena inom STEM som ambitiöst. En central frågeställning i vår forskning handlar därför om vilka kvaliteter som kan identifieras i projektets material; utmaningarna. Vi är speciellt intresserade av vilka aspekter av undervisning och kunskap som behandlas i utmaningarna och på vilket sätt dessa aspekter görs tillgängliga för eleverna. Därför finns det behov av att mer specifikt beskriva materialets funktion för att till exempel kunna uttala oss om vad lärare och elever som använder materialet kan förvänta sig. För att närma oss dessa frågor har vi valt att utgå från två kompletterande teoretiska begrepp som vi använder inom ramen för det mjuka systemtänkandet. Den första är *teorin om den didaktiska transpositionen av kunskap* (Chevallard & Bosch, 2014) och den andra är begreppet *praxeologi* (Barbé, Bosch, Espinoza & Gascón, 2005).

#### *Den didaktiska transpositionen av kunskap*

I vår studie använder vi teorin om den didaktiska transpositionen av kunskap som ett övergripande ramverk för att förklara utmaningarnas funktion i klassrummen. Teorin är en modell som beskriver den process som kunskap genomgår från det att den uppstår eller skapas någonstans utanför skolan, omformas för att kunna undervisas om, för att i slutändan undervisas om i ett klassrum. Transpositionsprocessen består av följande fyra steg som på svenska kan benämnas: 1) *Expertkunskap eller vetenskaplig kunskap* (Scholarly knowledge), 2) *Kunskap*

att undervisa (*knowledge to be taught*), 3) *Undervisad kunskap* (taught knowledge), och slutligen 4) *Förvärvad kunskap* (learned knowledge) (figur 2).



Figur 2. Transpositionen av kunskap (anpassad efter Perez, 2018).

Den kunskap som skolan undervisar om har skapats utanför skolan, ofta i syfte att användas för att organisera och generera ny, både teoretisk och praktisk, kunskap. I skolan har kunskapen en annan roll; den är framförallt något som ska undervisas om. För att detta ska vara möjligt behöver kunskapen omorganiseras – *transponeras* – från ett sammanhang till ett annat. Syftet med omorganisationen är att göra kunskap ”undervisningsbar” i den nya miljö som skolan utgör. Teorin om den didaktiska transpositionen av kunskap kan användas för att belysa denna process (Chevallard & Bosch, 2014). I transpositionen skapas ett sammanhang för kunskap med målsättningen att kunskapsobjektet ska upplevas som meningsfullt för eleverna. I denna transposition kan kopplingar eller sammanhang där ett kunskapsobjekt ursprungligen existerar delvis gå förlorade och ersättas med nya, vilket riskerar att ge en avsaknad av meningsfullhet i den nya miljön.

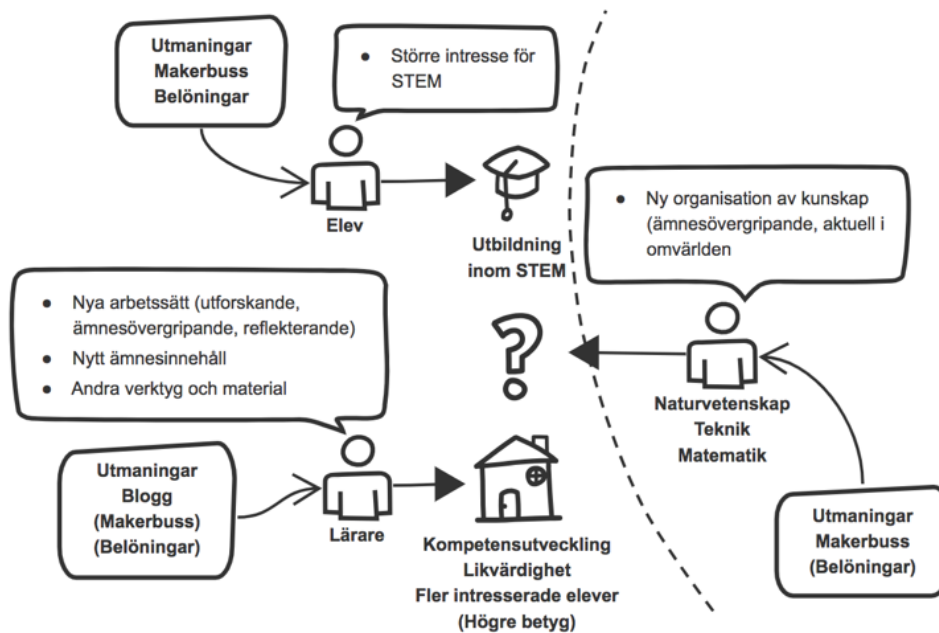
Kunskapen som behandlas i skolan skiljer sig i vissa aspekter från den vetenskapliga och praktiska kunskap som produceras och används av ”experter” utanför skolan. Det finns många aktörer både inom och utanför utbildningssystemet (lärare, forskare, politiker, allmänheten, organisationer, myndigheter etc.) som påverkar valet av vad som blir ”kunskap att undervisa”. Så snart kunskap tas in i utbildningssystemet och blir etablerat som ”kunskap att undervisa”, tar mer lokala aktörer, som lärare eller utställningspedagoger, vid och fortsätter omorganisationen. Lärare tolkar och bestämmer vad som ska ingå i ”kunskap att undervisa”. I den undervisning som sedan genomförs i de egna klassrummen framträder kunskapen i form av ”undervisad kunskap” – det som faktiskt undervisas. Detta är dock inte en helt isolerad uppgift hos läraren. Han eller hon påverkas av sin världsbild, men även av både kulturella faktorer inom skolan och sociala faktorer relaterade till klassrummet. Det sista steget, vad eleverna lär sig (förvärvad kunskap), kan i sin tur avvika från styrdokumentens och lärarens avsikt.

Vad vi kan se är att utmaningarna, genom olika teman, utgör ett försök att skapa sammanhang som man tror kan vara meningsfulla för eleverna. Inom de olika temana bidrar utmaningarna med förslag på både praktiska och teoretiska innehåll som lärare kan använda i undervisningen och som inte brukar före-

komma i läroböcker. På detta sätt kan MT-MNH ses som en aktör utanför skol-systemet som deltar i transpositionen av kunskap genom de utmaningar som lärare och elever använder som del av den ordinarie undervisningen.

### Praxelogier

I intervjuerna av centrala personer i projektet framkommer att utmaningarna, tillsammans med övriga aktiviteter, har flera syften i relation till eleverna, lärarna och det aktuella ämnesinnehållet (figur 3). Syftet i förhållande till eleverna handlar i första hand om att öka intresset för naturvetenskap. Vidare beskrivs utmaningarna som nyskapande och nytänkande både för elever och för lärare genom att de introducerar nytt ämnesinnehåll, nya arbetssätt och verktyg. Det framkommer också uppfattningar om att utmaningarna bidrar till kompetensutveckling för lärare, att de skapar likvärdighet och öppnar möjligheter för lärare att arbeta ämnesövergripande och med aktuella frågor.



Figur 3. Översikt av de syften som relaterar till elever, lärare och ämnen.

Transpositionen av kunskap utförs av människor och påverkas av de världsbilder dessa bär. Som forskare arbetar vi med att beskriva och förstå dessa världsbilder som påverkar transpositionerna. För att möjliggöra detta använder vi ytterligare ett teoretiskt verktyg som hör samman med den didaktiska transpositionen; *praxeologier* (Barbé, Bosch, Espinoza & Gascón, 2005). Begreppet använder vi

för att analysera innehållet i utmaningarna, men även för att analysera andra syften, handlingar och reflektioner som uppstår via de aktiviteter som riktas mot elever och lärare (figur 3). Genom analyserna kan vi exempelvis beskriva på vilket sätt en uppgift kan sägas vara ämnesövergripande eller inte.

I allmänhet kan en *praxeologi* beskrivas som en generell modell för att beskriva kunskap som en mänsklig aktivitet. Modellen utgår från att mänskligt ”görandet” och våra tankar och reflektioner om ”görandet” inte kan separeras utan bör betraktas som två kompletterande aspekter av kunskap (Barbé, Bosch, Espinoza & Gascón, 2005). Ordet *praxeologi* är sammansatt av orden *praxis* och *logos* där *praxis* representerar den praktiska aspekten av kunskap och *logos* representerar den teoretiska aspekten av kunskap (figur 4).

<b>Praxis</b>	<b>Logos</b>
Typer av uppgifter	Teknologi
Tekniker	Teori

Figur 4. Kunskap som praxeologier (anpassad efter Perez, 2018)

Praxis består vidare av två delar; (1) *typer av uppgifter* som beskriver syftet med görandet och dess tillhörande (2) *tekniker* som beskriver vad som görs eller kan göras i förhållande till dessa *typer av uppgifter*. Även den teoretiska sidan, *logos*, utgörs av två delar, (1) *teknologi* och (2) *teori*. Dessa har till funktion att beskriva, förklara och motivera praxis genom att till exempel ge svar på frågor om ”hur” och ”varför”. Det bör poängteras att ordet *teknik* används i detta sammanhang utifrån sin etymologiska betydelse och härstammar från ord som ”färdighet” eller ”hantverk”. På motsvarande sätt kan *teknologi* tolkas som ”logi om” tekniker, eller ”läran om” teknikerna.

Vi illustrerar begreppet med ett exempel från en utmaning. Valet har fallit på en av deluppgifterna i utmaning 3 inom temat Make space som handlar om radioskugga och orsaker till varför vissa material kan blockera radiovågor. Texten, till uppgiften, som i första hand är avsett för läraren, inkluderar en kort presentation av scenariot, en materiallista, en detaljerad beskrivning av genomförandet samt kortfattade slutsatser och förklaringar till vad som händer. För eleverna innebär uppgiften att de ska undersöka vilka material som kan blockera en mobiltelefon från att ta emot samtal (radiosignaler) genom att omsluta mobilen i olika material.

Den praxeologi som kan identifieras i texten om radioskugga kan sammanfattas på följande vis:

- Typ av uppgift: Undersöka fenomenet radioskugga.
- Teknik: Omsluta en mobil i olika material.
- Teknologi/Teori: Baserat på de fysikaliska begreppen ledare och isolatorer.

Typ av uppgift är det som kan identifieras som syftet med uppgiften. Teknik är det som eleverna gör, det vill säga det praktiska arbetet som kan ha en mer eller mindre adekvat koppling till syftet. Dessa två delar utgör praxis, eller själva "görandet" i aktiviteten. Praxis utgör den ena aspekten av kunskap. Den andra aspekten, logos, har till funktion att ge (mer eller mindre relevanta) svar på frågor som till exempel "hur" (teknologi) och "varför" (teori) praxis fungerar som den gör. Man kan också tala om logos utan att nödvändigtvis dela upp i teknologi och teori. I den aktuella uppgiften kan man identifiera att logos är baserat på de fysikaliska begreppen ledare och isolatorer. De avvägningar som författarna gjort mellan korrekthet och tillgänglighet ger en begränsad förklaring för praxis i fysikalisk mening. Till den aktuella praxeologin finns dessutom ett sammanhang genom det scenario som ges i uppgiften. Scenariot syftar till att skapa mening till praxeologin och är dessutom en del av praxeologin (inom typ av uppgift). I andra uppgifter finns andra scenarion men dessa kan ibland utgöra en separat yttre miljö för en praxeologi snarare än att vara integrerat som i exemplet ovan.

Praxeologin ovan är sammanhängande i den mening att praxis och logos kan hänföras till ett ämne, i det här fallet främst ämnet fysik åk 1-3. Scenariot tillhör dock snarare fysik åk 4-6. Man kan också tänka sig andra varianter på hur en praxeologi är strukturerad, vilket vi kan se i andra utmaningar och uppgifter. Till exempel kan praxis ibland hänföras till ett ämne och logos till ett annat.

Instruktionerna i utmaningarna, som lärarna har tillgång till, är ett exempel på det andra steget i den didaktiska transpositionen – kunskap att undervisa.

## Sammanfattande reflektioner

I denna text har vi presenterat ett pågående projekt som vänder sig till grundskolan samt delar av den forskning som görs i anslutning till detta. Vi har i vår forskning valt att studera MT-MNH med syfte att försöka nå en förståelse av projektet som helhet. Detta innebär att vi försöker förklara de ingående delarna och hur de relaterar till varandra i ett större sammanhang. Genom att kombinera teorierna mjukt systemtänkande, didaktisk transposition och praxeologier får vi en möjlighet att utforska, analysera, diskutera och belysa den komplexitet som finns i sammanhanget både vad gäller organisationen, aktörer och konkret innehåll i arbetsmaterial riktat mot skolan.

I våra analyser av MT-MNH framträder olikheter och krockande världsbilder, som riskerar att ge problematiska konsekvenser om de inte klagas och kommuniceras. Ett exempel är att det inte finns en samsyn på projektets ledningsnivå i hur arbetet med utmaningarna ska tas fram och vilken funktion de ska ha.

Vår analys visar också att utmaningarna har en styrka genom att de ingår i en berättelse och ett tema. Samtidigt visar analysen också på de begränsningar

som finns gällande hur ämnesinnehållet behandlas i utmaningarna. Exemplet radioskugga, som presterades tidigare i texten, visar på en oklarhet i förhållandet mellan praxis och logos, och i viss mån även i förhållande till berättelsen. Problemet är då att praxis inte stödjer logos; de praktiska och de teoretiska aspekterna av kunskap är alltså i obalans.

Med den teoretiska utgångspunkt som vi har valt kan vi placera dessa och andra konsekvenser i ett större sammanhang, både i förhållande till den didaktiska transpositionen men också i förhållande till de organisatoriska förutsättningarna. Generellt kan vi se en omedvetenhet som förklarar en del av de brister som vi har identifierat. Ett exempel på en sådan omedvetenhet, som finns hos flera av aktörerna, är svårigheterna med att utveckla och kvalitetssäkra utmaningarna.

Vår ambition är att den kunskap som genereras i forskningen också ska vara användbar inom MT-MNH. Detta uppfyller vi bland annat genom att succesivt presentera vår forskning för projektets aktörer. Förhoppningen är att detta ska öka medvetenheten om sådant som inte är uppenbart, men har stor påverkan på kvaliteten i de aktiviteter som genomförs. Härigenom kan vi bidra till att skapa bättre förutsättningar för beslutsfattande inom MT-MNH.

Vi menar att vårt angreppssätt, som syftar till att försöka nå en bredare förståelse av komplexitet, skapar fler möjligheter att identifiera sådant som annars kan vara svårt att upptäcka jämfört med när forskning enbart fokuserar på att förenkla och studera enskilda delar isolerat. Utgångspunkten i det mjuka systemtänkandet ger möjlighet att lyfta in ytterligare teoretiska verktyg beroende på behov och situation. På så sätt ser vi att angreppssättet kan appliceras också på andra skolutvecklingsprojekt.

## Referenser

- Augustinsson, S. & Brynolf, M. (2012). *Rektors ledarskap Komplexitet och förändring*. Lund: Studentlitteratur.
- Backlund, L. & Fröberg, H. (u.å.) *Naturvetenskap och Teknik är Kultur, Utveckling och Lärande* Stockholm: Myndigheten för skolutveckling. Hämtad från: [http://ncm.gu.se/media/ncm/dokument/slutrapport\\_NOT.pdf](http://ncm.gu.se/media/ncm/dokument/slutrapport_NOT.pdf)
- Barbé, J., Bosch, M., Espinoza, L., & Gascón, J. (2005). Didactic restrictions on the teacher's practice: The case of limits of functions in Spanish high schools. *Educational Studies in Mathematics*, 59(1/3), 235-268.
- Checkland, P. (1999). *Systems Thinking, Systems Practice: Includes a 30 year Retrospective*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Checkland, P. & Poulter, J. (2010). Soft Systems Methodology. In Reynolds, M. and Holwell, S. (Red.) *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*. London: Springer, pp. 191-242.

- Chevallard, Y., & Bosch, M. (2014). Didactic Transposition in mathematics education. In S. Lerman (Red.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 170-174). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Cuban, L. (2010). *The Difference between "Complicated" and "Complex" Matters*. Hämtad från: <https://larrycuban.wordpress.com/2010/06/08/the-difference-between-complicated-and-complex-matters/>.
- Gisselberg, K., Ottander, C. & Hanberger, A. (2003). *NOT-PROJEKTET 1999-2003 en utvärdering*. Umeå: Centrum för utvärderingsforskning. Hämtad från: <https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a656b57/1553960068626/pdf1904.pdf>
- Lindwall, K. & Persson, M. (2016). Mot nya höjder gör ord till handling. Stolpe, K. & Höst, G. (Red.). *Från forskning till fysikundervisning* (s. 103-116). Linköping: Linköpings universitet
- Perez, M. (2018). *A teacher-centred design system to integrate digital technologies in secondary mathematics classrooms*. (Doktorsavhandling, Linnéuniversitet, Fakulteten för teknik) Växjö.
- Salavati, S. (2016). *Use of Digital Technologies in Education: The complexity of Teachers' Everyday Practice*. (Doktorsavhandling, Linnéuniversitet, Fakulteten för teknik) Växjö.
- Salavati, S., Tyrberg, B. & Perez, M. (2019) *Maker tour - Mot nya höjder; en rapport om projektet och dess utveckling*. Linnéuniversitet, Fakulteten för teknik, Växjö.
- von Bertalanffy L. (1972). The History and Status of General Systems Theory. *The Academy of Management Journal*, 5(2), pp. 407-426.

## Författarpresentation



Miguel Perez, lektor i matematikdidaktik och undervisar i matematik och matematikdidaktik för bland annat ämneslärare vid Linnéuniversitetet. Disputerade 2018 och har forskat om integrationen av digitala verktyg i matematikundervisning mot högstadiet och gymnasiet.



Sadaf Salavati, har en doktorsexamen inom data- och informationsvetenskap från Linnéuniversitetet där hennes huvudsakliga forskning är inom systemtänkande, och framförallt mjukt systemtänkande. Hennes forskning fokuserar på digitalisering av lärande och undervisning.



Barbro Tyrberg är anställd som universitetsadjunkt i kemi och kemididaktik vid Linnéuniversitetet. Hennes undervisning rör huvudsakligen naturvetenskap, didaktik och hållbar utveckling i kurser för blivande lärare och i lärarlyftet. Skolsamverkan genom lärarnätverk och projektmedverkan ingår också i arbetet.

# Elevers fantasifulla undersökning av naturvetenskapliga samhällsfrågor i samtida konst

Harald Raaijmakers

*Karlstads universitet och Alma Löv museum of unexp. art*

## *Sammanfattning*

*Även om naturhistoriska museer eller science centers är de uppenbara platserna för att möta naturvetenskap utanför skolan, kan konstmuseer erbjuda andra aspekter i upplevelsen av naturvetenskapliga teman. De estetiska, intuitiva och emotionella aspekterna av konst framkallar affektiva reaktioner som kan engagera eleverna i naturvetenskapliga frågor. Denna studie utforskar Alma Löv museums experimentella pedagogiska design av ett strukturerat museiprogram där eleverna utforskar synen på naturvetenskapliga teman i samtida konstverk. Museet intar lärarens roll, tillhandahåller struktur, erbjuder kognitivt engagemang och utmaning samt förstärker inlärningsupplevelsen genom förberedelse och efterarbete av ett museibesök. Museiprogrammets didaktik är baserat på ett systematiskt konstanalysverktyg för att skapa successiva inlärningsituationer i både museum- och skolmiljö. I denna artikel presenteras museiprogrammets bakgrund, kontext och dessutom ges en detaljerad beskrivning av dess pedagogiska design. Analys och skapande av konstverk relaterade till samtida naturvetenskapliga frågor kan ha implikationer för undervisning som främjar inkludering, deltagande och ämnesöverskridande lärande. Studien försöker på detta sätt bidra till förståelse av hur museer och deras artefakter kan spela en meningsfull roll i elevens naturvetenskapliga utbildning.*

## **Introduktion**

Uppfattningen att NO-undervisningen saknar relevans råder för närvarande bland industriländernas högstadiel elever. Flera studier påpekar "irrelevans" som en av de viktigaste orsakerna till de observerade låga nivåerna av intresse och motivation i de obligatoriska NO-ämnena (Osborne, Simon, & Collins, 2003; Sjøberg & Schreiner, 2005). Ett av de viktigaste målen inom naturvetenskapens didaktik borde därför vara att utveckla inläringstillfällen där eleverna uppfattar NO-lektionerna som relevanta. Baserat på Stuckey, Hofstein, Mamluk-Naaman, and Eilks (2013) består relevans i NO-undervisning av en individuell, en samhällsrelig och en yrkesmässig dimension. Utbildare inom och utanför skolan kan stärka designen av sina pedagogiska insatser genom att aktivt ta hänsyn till dessa tre dimensioner. Olika inlärningsmetoder kan ha olika betoning på varje dimension av relevans (Gilbert, 2006). Det visar sig att särskilt kontextbaserat, interdisciplinärt och värdecentrerat lärande har potential att bidra till elevernas uppfattning om relevans (Stuckey et al., 2013). För att utveckla en interdisciplinär didaktik mellan naturvetenskapliga och estetiska ämnen i både musei- och skolkontext, har *Alma Löv museum of unexp. art* utvecklat ett pedagogiskt museiprogram för skolgrupper. Museiprogrammets konstbaserade pedagogik syftar till att stödja elevers undersökningar av konstverk som på sitt eget sätt uttrycker värderingar i samtida naturvetenskapliga frågor. Denna artikel beskriver designen och den teoretiska bakgrunden till *Alma Löv programmet* som bygger på ett nära samarbete mellan skol- och museipersonal.

## **Museet som kontext**

Kontexter kan vara drivkraften för att visa eleverna varför naturvetenskapliga koncept är relevanta (Braund & Reiss, 2006). Det okända i nya autentiska kontexter utanför skolan har potential att stimulera elevernas intresse och nyfikenhet. Museer är kontexter utanför skolan som är särskilt vanliga destinationer för skolutflykter. De flesta NO-lärare och deras klasser besöker ett museum med en uppenbar och rationell koppling till naturvetenskap, det vill säga ett naturhistoriskt-, teknikmuseum eller ett science center (Riksutställningar, 2017). Konstmuseer kan å andra sidan möjliggöra utforskande av tankar om naturvetenskapliga teman utifrån estetiska, intuitiva och emotionella aspekter.

Utformningen och effekten av museets samarbete med skolor varierar. Därför måste gränserna mellan skolor och museer undersökas mer detaljerat för att fortsätta att ta upp och bekräfta respektive roller för museum- och skolpersonal (Griffin, 2004). För närvarande finns det en undermålig förståelse mellan skolor och informella lärmiljöer såsom museer när det gäller varandras roll och kapacitet (Falk & Dierking, 2012). Framgångsrikt samarbete inträffar när skolor och informella aktörers praxis överlappar med hjälp av en pedagogisk koordinator

(från den informella sidan) "som agerar som mäklare mellan de två sektorerna" (Kisiel, 2010, sid. 99).

Lärare som deltog i en utredning om samarbete mellan museer och skolor från svenska Riksutställningar (Riksutställningar, 2017) uppger att ett väl utformat pedagogiskt museiprogram med fokus på ett specifikt kunskapsområde är den viktigaste aspekten när en skolklass besöker ett museum. Om inläring utanför skolan ska komplettera NO-undervisning i skolan, då behöver elever tillräcklig struktur för att förbereda ett aktivt och roligt deltagande i museibesöket samt konsoliderande aktiviteter tillbaka i klassrummet (Rennie, 2014). Trots att det ofta rekommenderas i forskningslitteraturen är det få museiprogram som både förbereder och följer upp ett museibesök.

### ***Interdisciplinär pedagogik (STEAM)***

Skolutflykter till verkliga miljöer kan tydliggöra förhållanden mellan skolämnen och det faktiska livet. Naturvetenskapliga begrepp blir meningsfulla i livet när de undervisas i dess sociala, historiska eller tekniska sammanhang (Lemke, 2001). Eftersom den verkliga världen är interdisciplinär till sin natur kan en "utanför skolan kontext", som ett museum, dra nytta av en interdisciplinär undervisningsstrategi. Konstmuseer kan främja interdisciplinära, upplevelsebaserade pedagogiska aktiviteter som utvecklar elevengagemang och uppmuntrar till fantasifulla undersökningar (Wyman, Waldo, & Doherty, 2016).

År 2017 publicerade BERA (British Educational Research Association) en rapport som argumenterar för att undervisning av STEM-ämnena (Science, Technology, Engineering and Mathematics) borde vara något mer än att introducera innehållet och praktiken i bara dessa ämnen (Colucci-Gray et al., 2017). Det finns ett behov av att utforska motsättningar inom och om STEM-ämnena, vilket ger upphov till det ökande intresset att inkludera 'A' (Art) i STEM. Detta är baserat på tre argument. För det första finns det forskningsresultat som visar att konst och kreativ pedagogik kan bidra till effektiviteten i STEM-undervisning. För det andra betonar inkludering av estetiska ämnen möjligheten till interdisciplinär pedagogik, vilket återspeglar den naturliga kopplingen mellan konst och vetenskap. För det tredje identifierar det konstens värde i att främja ett engagemang i "det mänskliga tillståndet", de värden som vi gemensamt stöder och produktiv utforskning av kontroversiella frågor.

Frågan är hur STEM-undervisning kan dra nytta av och integrera kreativa eller konstbaserade metoder för att erbjuda olika och engagerande sätt för individer och samhällen att närma sig, formulera och bearbeta erfarenheter. Ju mer kommunikation öppnas om framgångar och misslyckanden i interdisciplinär lärande, desto mer betydande framsteg kan göras mot att identifiera vad lärare förväntas undervisa och elever förväntas lära sig genom ämnesintegrering (Pang &

Good, 2000). Mer forskning om interdisciplinära undervisningsstrategier är nödvändig för att verifiera dess effekt och för att informera utbildningspraxis inom och utanför skolan (Czerniak & Johnson, 2014).

### **Värdecentrerad pedagogik och konst**

Den samhälleliga dimensionen av relevans försummas av många kursplaner i olika länder (Hofstein, Eilks, & Bybee, 2011). Elever uttrycker själva att de vill ha "mer etiska och kontroversiella frågor" och "fler diskussioner" i sin NO-undervisning (Murray & Reiss, 2005). Det finns ett behov av att undersöka kontext och instruktioner som stödjer elevernas utforskande av olika värderingar om samtida frågor på ett tryggt och stärkande sätt. Värdecentrerad undervisning är en pedagogik som stöder elevernas aktiviteter och samtal om rådande värden och åsikter inom olika teman. Liksom interdisciplinärt och kontextbaserat lärande, kan denna syn på lärande bidra till sammanhang mellan skolämnen och verkliga livssituationer.

Ett sätt att öppna en dialog om samtidsfrågor är genom samtidskonst. Ett konstverk är konstnärens sätt att dela med sig av sin förståelse för och åsikt om ett visst ämne i världen omkring oss. Målningar, filmer, böcker, installationer, skulpturer, drama och dans finns för att dela synsätt och se världen genom en annans ögon och upplevelser. Vygotsky beskriver konst som ett paradigms för den sociala upplevelsen av mening (Vygotsky, 1971). Samtal med och mellan elever om konstverk kan vara en ingång till ett meningsskapande relaterat till konstverkets motiv. En viktig aspekt av konst är att känslor är inbäddade i verket tillsammans med information, som utlöser ett utbud av svar från dem som tittar på det eftertänksamt (Yenawine, 2013). De estetiska, intuitiva och emotionella komponenterna i konstverk väcker affektiva reaktioner som kan engagera elever i konstverkets motiv.

Om ett verk visar konstnärens uppfattning av ett ämne som rör naturvetenskapliga frågor kan det sätta igång en respons hos elever som knyter an till just ett naturvetenskapligt innehåll. Även för de elever som egentligen inte är intresserade av naturvetenskapliga frågor kan konstverkets uttrycksätt utlösa en reaktion som fångar deras uppmärksamhet för ett naturvetenskapligt tema. Ett genomtänkt val av konstverk och dess motiv styr innehållet av betraktarnas dialog om verket. Beträktaren behöver 'bara' sina ögon, minnen, öppenhet, tid och uppmuntran för att engagera sig i att utforska ett konstverk. Dessa förutsättningar används i ett didaktiskt verktyg för konstanalys som beskrivs senare i denna artikel.

Ett exempel på ett konstverk som skapar engagerade dialoger bland elever om bland annat naturvetenskapens etik, syns i figur 1: "*An experiment with a bird in the airpump*" av Joseph Wright of Derby från 1768. Målningen visar en föregångare till den moderna forskaren som genomför ett luftpumpsexperiment

med en fågel som är berövad på luft. Konstnären skildrar olika reaktioner hos experimentets åskådare. Samtal om denna målning med skolklasser visar att elever observerar, namnger och känner igen känslorna bakom de olika reaktionerna. Artonhundratalets åskådare reagerar på ett sätt som inte är annorlunda än reaktioner på nutidsforskning och ny kunskap. Tänk till exempel på samhällsdiskussioner om genmodifiering och 'designer babies', försöksdjur eller klimatdebatten. Elevsamtal utifrån målningen ovan leder ofta till etiska frågor om ansvar och konsekvenser och av ny kunskap som erhållits genom naturvetenskaplig forskning. Målningen väcker även frågor om själva experimentet som är av mer grundläggande karaktär såsom, vad är det i luft, vad är ett vacuum och varför behöver levande varelser syre.



Figur 1. "An experiment with a bird in the air pump" Joseph Wright of Derby, 1768. National gallery, London (Wikimedia commons)

## Museiprogrammets design

*Alma Löv museum of unexp. art* är ett museum för samtidskonst som öppnades för publiken 1998. Sedan 2017 arbetar museet också med att utforma ett museiprogram för skolgrupper. *Alma Löv-programmet* vill främja ett kreativt utforskande av samtida naturvetenskapliga teman som genteknik och klimatförändring genom samtal om och skapande av konstverk. Utformningen av *Alma Löv-programmet* är baserat på teorier inom kontextbaserat-, interdisciplinärt- och värdecentrerat lärande som beskrevs ovan. Detta innebär designutmaningar vilka kan synliggöras i tre ledfrågor som driver *Alma Löv-programmets* utveckling:

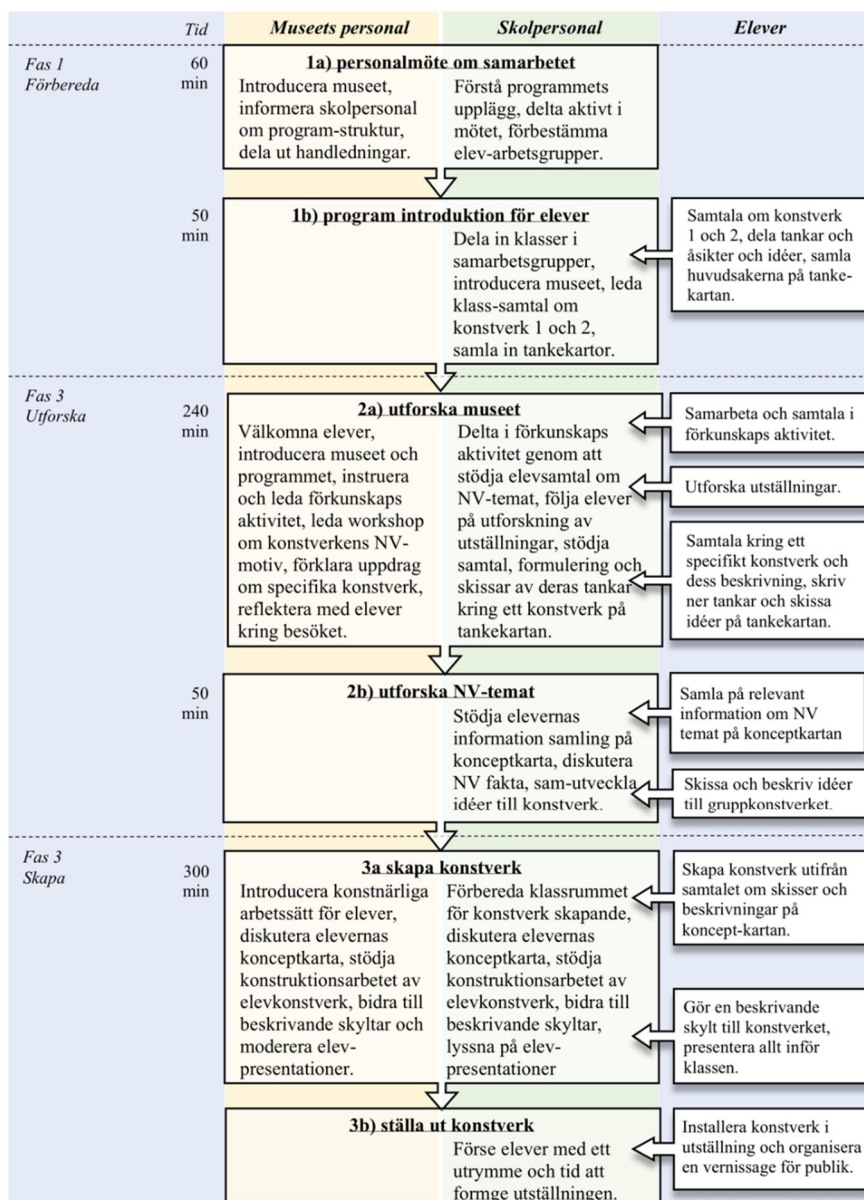
- Hur strukturerar museet ett museiprogram som ger bästa möjliga förutsättningar för ett effektivt samarbete mellan museet och skolor?

- Vilket pedagogiskt arbetssätt främjar elevernas engagemang och kreativitet i att kommunicera naturvetenskapliga teman?
- Hur kan (museets) konstverk eller artefakter spela en meningsfull roll i elevernas dialog om samhälleliga värden i naturvetenskapliga teman?

För att möta dessa utmaningar utformades den experimentella pedagogiska designen av *Alma Löv-programmet: the power of imagination*. Museiprogrammets syfte är att elever utforskar synen på naturvetenskapliga frågor som gestaltas inom samtida konst. Utifrån ledfrågorna ovan övervägde museet följande kärnstrategier:

- Museiprogrammet ska utgå från en struktur som stöder samarbete mellan museipedagoger och skolpersonal där elevgrupper deltar i strukturerade pedagogiska aktiviteter i både skol- och museimiljön.
- Museiprogrammet ska tillämpa pedagogiska verktyg som ger utrymme för elevernas personliga utforskande av professionella konstverk (artefakter) och skapande av egna uttryck som visar ett naturvetenskapligt tema.
- Museiprogrammet ska främja inlärningssituationer i samarbeten och samtalen kring konstverk som ifrågasätter samhälleliga värden och åsikter i samband med naturvetenskapliga teman.

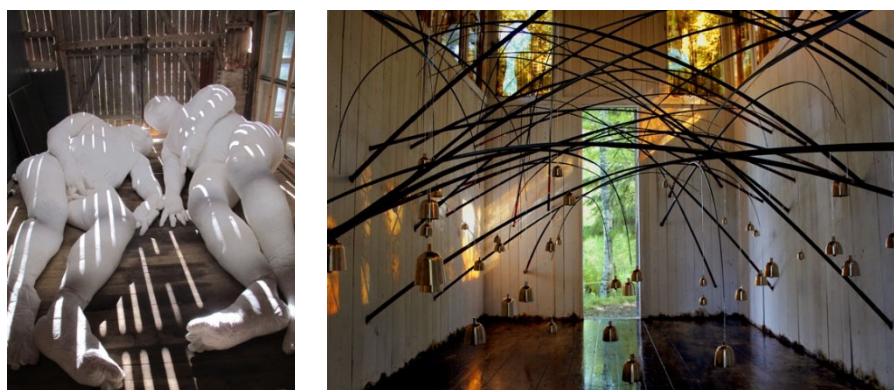
Figur 2 (nedan) visar ett flödesdiagram som ger en överblick av det nuvarande museiprogrammets design. Stycket som följer beskriver museiprogrammets kontext: the Alma Löv museum of unexp. art. Därefter beskriver jag utformningen av Alma Löv-programmet i mer detalj genom kortfattade designriktlinjer. Dessa designriktlinjer omfattar praktiska tillämpningar av strukturella, logistiska och pedagogiska strategier och är inramade av två grundläggande teoretiska ramverk: FMP och VTS, vilka jag kommer att presentera nedan.



Figur 2. Flödesschema av museiprogrammets design med; instruktioner till musei- och skolpersonal, elevaktiviteter (Raaijmakers, 2019).

### **Alma Löv Museum of Unexp. Art.**

Den vanligaste bilden av en (svensk) konsthall är i regel vita väggar och konstföremål som inte får vidröras. Miljön på Alma Löv museum är en kontrast till standardbilden av en steril utställningsmiljö. Museimiljön är mer tillåtande och besökare går runt obehagligt. Museets konstnärliga mål är att vara en plats för det avvikande, experimentella, kontroversiella och ibland provocerande (figur 3). Museet grundades 1998 med ambitionen att visa och göra samtida konst tillgänglig på landsbygden. Idag sträcker museet sig ut över ett stort parkliknande område med skulpturer och installationer som ser ut över sjön Fryken. I området finns tolv arkitektoniska paviljonger och en ombyggd ladugård på tusen kvadratmeter med flera våningar och salar. Museet har blivit en internationell mötesplats för konstnärer och besökare med utställningar, workshops, konserter, föreläsningar, filmfestivaler och kurser. Varje år arrangeras tillfälliga utställningar med både etablerade och nyexaminerade konstnärer från hela världen. Museet har under tjugo år byggt upp ett professionellt kontaktnätverk med både konstutövare och utbildningar.



Figur 3. Ett intryck av Alma Löv Museums avvikande utställningsmiljö (Alma Löv Museum, 2018).

### **The Framework for Museum Practice (FMP)**

Med syftet att förbättra de pedagogiska villkoren för skolutflykter introducerade DeWitt och Osborne (2007) the *Framework for Museum Practice* (FMP). FMP erbjuder en omfattande uppsättning bestående av elva designprinciper som informerar och vägleder utvecklingen av pedagogiska program på museer men även andra informella aktörer. Alla elva principer i FMP stöds av väl grundade empiriska rön från en socialkonstruktivistisk synvinkel: lärande sker i ett socialt sammanhang, genom deltagande eller samarbete i gemensam aktivitet. Principerna är rekommendationer som har potentialen att integrera lärmiljöer utanför skolan i skolans ordinarie verksamhet. Rekommendationerna styr den pedagogiska designen av ett museiprogram på olika organisationsnivåer. Organisationsnivåerna

är kort kommenterade i listan med principerna nedan (översatt från den engelska originaltexten).

1. *Utgå från lärarnas perspektiv*  
Denna princip omfattar riktlinjer om upplägget av ett samarbete mellan skol- och museipersonalen.
2. *Ge struktur*
  - 2a. *Öka förutsägbarheten av museibesöket*
  - 2b. *Förstärkning av inlärningsupplevelsen*Dessa principer styr den övergripande programstrukturen samt när olika inlärningsmoment ska tillämpas.
3. *Uppmuntra gemensam produktiv aktivitet*
  - 3a. *Diskussion bland kamrater och med vuxna*
  - 3b. *Nyfikenhet och intresse*
  - 3c. *Valfrihet och kontroll*
  - 3d. *Kognitivt engagemang och utmaning*
  - 3e. *Personlig relevans*Dessa principer omfattar rekommendationer som främjar elevernas motivation och deltagande.
4. *Stötta dialog, färdigheter och/eller utforskande*  
Denna princip ger riktlinjer för didaktiska verktyg i samband med museets utställning och elevernas upplevelse av besöket.

### ***Alma Löv-programmets designriktlinjer***

*Alma Löv-programmets* pedagogiska design är uppbyggd av olika designriktlinjer. Med anpassning till lokala förutsättningar är *Alma Löv-programmets* pedagogiska design jämförbar med FMP. *Alma Löv-programmets* designriktlinjer kan grupperas och delas in under samma rubriker som FMP-principerna. Därför beskrivs *Alma Löv programmet* nedan i samma ordning som FMP principerna ovan.

#### *1. Utgå från lärarnas perspektiv*

Lärare blir introducerade till mål, teman och struktur av *Alma Löv-programmet* under ett personalmöte med museipedagogen. Valbara naturvetenskapliga teman gör det möjligt för skolan att välja ett innehåll som bäst passar klassens behov. Fullständiga resurser tillhandahålls av museet såsom lärarhandledningar, faktatexter, presentationer, mallar av tankekartor och konstruktionsmaterial. Alla resurser ansluter till förmågor och centralt innehåll i naturvetenskapliga och estetiska ämnen enligt LGR11 (Skolverket, 2011).

## *2. Ge struktur*

*Alma Löv-programmet* ger struktur till både lärare och elever på följande sätt:

- Programmet är tydligt uppdelat i tre på varandra följande faser: förbereda (innan besök), utforska (besök) och skapa (följa upp besök) såsom visas i figur 2. Faserna genomförs på separata dagar.
- Den anpassade versionen av konstverksanalysverktyget VTS (Visual Thinking Strategies, se nästa stycke) ger både elever och lärare struktur genom att följa en strikt bestämd frågeordning som upprepar sig genom hela programmet i gruppsamtal och tankekartor.
- Programmets teoretiska innehåll utgör ett begränsat kunskapsområde (teman) och tydligt definierade aktiviteter i alla faser.

### *2a. Öka förutsägbarheten av museibesöket.*

För att orientera elever inför deras besök och samarbete med museet innehåller lärarresurser bilder av museimiljön och en elevversion av programplaneringen som liknar flödesschemat i figur 2.

### *2b. Förstärkning av inlärningsupplevelsen*

Konstruktionen av elevkonstverk, skrivning av tillhörande beskrivningar och presentationen av det egna verket i skapa-fasen uppmuntrar eleverna att återkalla, diskutera och presentera kunskapen som samlats in under undersöknings-fasen.

## *3. Uppmuntra gemensam produktiv aktivitet*

Elever arbetar i par eller i grupper om tre. Elever skriver tankekartor och konstruerar konstverk tillsammans med lärare och museipersonal. Alla faser i programmet riktas mot en slutprodukt: en samtida konstutställning om ett naturvetenskapligt tema för skolkamrater, föräldrar, lärarna, skolledare och andra intresserade.

### *3a. Diskussion bland kamrater och med vuxna*

Elevgrupper analyserar professionella konstverk, diskuterar tankekartor och skapar konstverk i samråd och samarbete med museipersonal och lärare. Att undersöka information om ett naturvetenskapligt tema, välja ett motiv för ett konstverk och besluta om innehåll på beskrivningen kräver diskussion bland kamrater.

### *3b. Nyfikenhet och intresse*

De genomtänkta valen av konstverk som visar ett naturvetenskapligt tema, frågorna inom själva temat som leder till diskussioner, upplevelsen av den ”udda” museimiljön och den aktiva pedagogiken är alla avsedda att väcka elevernas nyfikenhet och intresse.

### 3c. Valfrihet och kontroll

Elever väljer sina egna vinklar på det naturvetenskapliga temat som de visar i sitt konstverk och sin beskrivning. Eleverna väljer själva en konstform som passar för att uttrycka sina tankar, känslor och kunskap om temat. Elever organiserar och formger sin konstutställning. Det finns inga "rätta svar eller resultat" utan förutsättningar ges för att eleverna ska uttrycka sina egna tankar och visa sitt engagemang.

### 3d. Kognitivt engagemang och utmaning

Eleverna uppmuntras att analysera konstverk genom att dela tankar, personliga erfarenheter och förkunskaper med sin grupp. Eleverna utmanas att skriva ner och strukturera sina tolkningar i tankekartor. De undersöker ny information om konstverk från beskrivningar för att fördjupa sin diskussion om konstnärens avsikter och kopplingen till det naturvetenskapliga temat. Eleverna utmanas att bryta ner ett konstverk till konceptet bakom det och vice versa bygga upp ett konstverk från sina egna idéer och kunskap om ett koncept. Figur 4 visar ett exempel av ett elevgruppsarbete med konceptkartan och skisser som resulterade i en skulptur om klimatförändringar.



Figur 4. konceptkarta, skiss och skulptur om temat klimatförändringar (Harald Raaijmakers, 2018)

### 3e. Personlig relevans

Elever uppmuntras att dela sina egna erfarenheter, åsikter och privata tankar som konstverk associeras med. Programmets successiva karaktär gör att elevernas erfarenheter inom en tidigare fas blir relevant till aktiviteterna i följande fas. Förberedelsen i fas 1 upprepas under museibesöket i fas 2 vilket i sin tur kan inspirera elevgruppernas slutliga konstverk i fas 3. Familj, vänner, skolkamrater, skolpersonal och press är inbjudna till skolans konstutställning.

### 4. Stötta dialog, färdigheter och/eller utforskande

Elever observerar konstverk, läser beskrivningar, noterar undersökningsresultat och skriver sina egna beskrivningar. Tankekartor hjälper eleverna att organisera information och tankar. Att ställa ut samtida konst för en publik uppmuntrar till

organisation och kommunikation. Korta presentationer ger eleverna övning i att tala och kommunicera information till en publik.

### **Visual Thinking Strategies (VTS)**

*Visual Thinking Strategies (VTS)* är ett forskningsbaserat pedagogiskt verktyg som ursprungligen använts för att analysera konstverk med grupper (Yenawine, 2013). Verktöget har utvecklats av den kognitiva psykologen Abigail Housen på *Museum of Modern Art (MOMA)* i New York. Tanken med VTS är att stimulera förmågan att hitta mening i bilder. Det handlar om en uppsättning färdigheter som sträcker sig från enkel identifiering (namnge vad man ser) till komplex tolkning på kontextuella, metaforiska och filosofiska nivåer. Många aspekter av kognition åberopas, såsom personlig koppling, ifrågasättande, spekulerande, analys, minnen och kategorisering. Att återberätta vad man observerar är förutsättningen för mycket av denna färdighet men tolkningen av observationerna som är präglade av förkunskap och färgade av affektiva aspekter är minst lika viktiga.

Sammanfattningsvis fungerar VTS på detta sätt: Läraren eller museipersonalen regisserar en undersökning av noggrant utvalda bilder, konstverk eller artefakter. Läraren är central i processen men inte den auktoritativa källan; istället är det eleverna som driver diskussionerna, med hjälp av läraren (Yenawine, 2013). Läraren hjälper eleverna att; titta noga på bilden, konstverket eller artefakten; sätta ord på vad de observerar; stödja sina observationer med bevis; lyssna på och ta hänsyn till andras åsikter; diskutera och dela olika tolkningar. Läraren gör detta genom att ställa tre noggrant utformade frågor som aktiverar ett upptäcktsläge hos elever som stimulerar dem att prata om vad de observerar. Frågorna ger en struktur för att undersöka och resonera om något okänt objekt. Formuleringen av frågorna uppmuntrar dem att hitta en berättelse i objektet, ett meningsskapande system som stöds av den valda artefakten. Housens data visar att även om den första impulsen kan vara att göra ett litet antal slumpmässiga observationer, är den andra impulsen att skapa mening med dessa observationer genom små utdrag av berättelser (Yenawine, 2013). Frågorna är:

- Vad händer på den här bilden?
- Vad ser du som får dig att säga det?
- Vad mer kan vi hitta?

Instruktionsdesignen till aktiviteterna i *Alma Löv-programmet* bygger vidare på det teoretiska ramverket av VTS. Som komplement till ovanstående frågor som leder till observation och bevis följer ytterligare tre vägledande frågor för att stödja elever i sin fantasifulla utforskning av professionella konstverk:

- Kan du samla dina observationer i ord och skisser?
- Vad tror du att konstnären vill berätta med det?
- Vilken information kan du hitta om dina tolkningar?

Elevernas upplevelser av konstverk i museet blir gemensamma tolkningar baserade på visuell analys av professionella konstverk. Dessa konstverk är representationer av konstnärens syn på en aspekt av ett naturvetenskapligt tema inom museiprogrammets ram. De samlade texter och skisser på tankekartor sammanfattar gruppernas gemensamma tolkningar av konstverkets (konstnärens) syn på ett tema. Tillbaka på skolan fortsätter elevernas fantasifulla undersökning av det naturvetenskapliga temat med hjälp av följande vägledande frågor:

- Vilken information kan du hitta om temat?
- Vilka tankar och känslor väcker denna information?
- Kan du samla dina tankar i egna ord och skisser?
- Vilka tankar vill du dela med andra?
- Hur kan du visualisera de tankarna i ditt konstverk?
- Vad händer i ditt konstverk?

Frågorna stödjer eleverna i att utforska det naturvetenskapliga temat utifrån sina egna erfarenheter och intressen, baserat på vad de har upplevt på museet och tidigare i sitt liv. Precis som vid bildanalysen samlar eleverna texter och skisser på tankekartor som sammanfattar deras egna tolkningar av det naturvetenskapliga temat. Dessutom finns det utrymme på tankekartan att skissa eller beskriva en visualisering av sina egna synsätt på det naturvetenskapliga temat som de vill dela med andra. De visualiseringskoncept som uppstår i denna process tas upp med museipedagoger i sista fasen av museiprogrammet när konstverken konstrueras.

## Slutreflektion

För att främja elevernas upplevelse av relevans i sin utbildning beskriver denna artikel *Alma Löv-programmet* för skolor med särskilt fokus på fyra utvecklingsområden.

1. Alma Löv-programmet strävar efter att bidra till en flexibel ”designmall” för andra informella aktörer som letar efter sätt att utveckla samarbeten med skolor. Initiativet och organisationen av samarbetet med skolor ska vara i regi av den informella parten. Samarbetet ska bygga på ömsesidig förståelse och ett likvärdigt förhållande gentemot elever genom att båda parter möts, samtalar och planerar samarbetet innan programmet startar.
2. Alma Löv-programmet möjliggör en strukturell integrering av kontextbaserad undervisning genom att förbereda och följa upp utflykten i den informella kontexten. Under dessa tre moment i programmet kan tillämpning och upprepning av ett bestämt didaktiskt verktyg förstärka strukturen och sammanhanget av deltagarnas upplevelser.
3. Alma Löv-programmet bidrar till en informell kontext som ger utrymme för ämnesöverskridande pedagogik därför att sammanhanget

mellan olika skolämnen syns och utforskas mest naturligt i sin ”verkliga” miljö. Nya, interdisciplinära didaktiska verktyg (som till exempel VTS) kan under trygga förhållanden bli testade av lärare och elever i samarbete med erfarna museipedagoger.

4. Alma Löv-programmet ger möjlighet till val av naturvetenskapliga teman och implementering av arbetssätt som uppmuntrar produktiv utforskande av kontroversiella frågor och engagemang i de värden som vi gemensamt stödjer.

Varje utvecklingsområde i museiprogrammets design kan därmed bidra till både den samhälleliga, personliga och yrkesmässiga dimensionen av relevans. I ett senare skede av studien kommer programmets effekter på elever att kartläggas utifrån en dataanalys baserad på ljudinspelningar av elevsamtal, tankekartor, intervjuer, elevkonstverk och deras beskrivningar. Studien försöker på detta sätt bidra till kunskap om hur museer och deras artefakter kan spela en meningsfull roll i elevernas naturvetenskapliga utbildning.

## Referenser

- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.
- Colucci-Gray, L., Trowsdale, J., Cooke, C. F., Davies, R., Burnard, P., & Gray, D. S. (2017). *Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?* Retrieved from London:
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary science teaching. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, pp. 395-411). New York: Routledge.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685-710.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). *The Museum Experience Revisited*. Walnut Creek: Routledge.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Griffin, J. (2004). Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. *Science Education, Supplement: In Principle, In Practice: Perspectives on a Decade of Museum Learning Research (1994-2004)*, 88(S1), 59-70.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal Issues and Their Importance for Contemporary Science Education: A Pedagogical Justification and the

- State-of-the-Art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Kisiel, J. F. (2010). Exploring a School-Aquarium Collaboration: An Intersection of Communities of Practice. *Science Education*, 94(1), 95-121.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Murray, I., & Reiss, M. (2005). The student review of the science curriculum *School science review*, 87(318), 83-93.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pang, J., & Good, R. (2000). A Review of the Integration of Science and Mathematics: Implications for Further Research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73-82.
- Rennie, L. J. (2014). Learning science outside of school. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, pp. 120-144). New York: Routledge.
- Riksställningar. (2017). *Möten med möjligheter: en rapport om lärares och museers perspektiv på samverkan*. Visby: Riksställningar, Swedish Exhibition Agency.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2005). How Do Learners in Different Cultures Related to Science and Technology? Results and Perspectives from the Project Rose (The Relevance of Science Education). *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2).
- Skolverket. (2011). *Läroplan för grundskolan*. Stockholm: Skolverket
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.
- Vygotsky, L. S. (1971). *The psychology of art*. Cambridge, Massachusetts: The M.I.T. Press
- Wikimedia commons. (2020).  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:An\\_experiment\\_on\\_a\\_bird\\_in\\_an\\_Air\\_Pump\\_by\\_Joseph\\_Wright\\_of\\_Derby.1768.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:An_experiment_on_a_bird_in_an_Air_Pump_by_Joseph_Wright_of_Derby.1768.jpg)
- Wyman, S. M., Waldo, J. T., & Doherty, D. (2016). Methods and Models for Museum Learning at the Samuel Dorsky Museum of Art. *Journal for Learning Through the Arts*, 12(1), 1-28.
- Yenawine, P. (2013). *Visual thinking strategies: Using art to deepen learning across school disciplines*. Cambridge, Massachusetts: Harvard Education Press.

## **Författarpresentation**



Harald Raaijmakers är deltid industridoktorand vid fakulteten för hälsa, natur och teknikvetenskap, Karlstads universitet. Han är också deltid museipedagog på Alma Löv Museum of Unexp. Art. där han utvecklar ett pedagogiskt program för skolor.

Tidigare nummer utgivna i serien Naturvetenskapernas och teknikens didaktik:

- Nr 1 2017: Från forskning till fysikundervisning. Bidrag från konferensen i Malmö 14–15 mars 2016
- Nr 2 2018: Teknikdidaktisk forskning för lärare. Bidrag från en forskningsmiljö
- Nr 3 2019: Forum för forskningsbaserad NT-undervisning.  
Bidrag från konferensen FobasNT18 13–14 mars 2018 i Norrköping
- Nr 4 2019: Från forskning till fysikundervisning. Bidrag från konferensen 10–11 april 2018 i Lund
- Nr 5 2019: Kemi för alla. Bidrag från konferensen 1–2 oktober 2018 i Stockholm
- Nr 6 2020: Animerad kemi. Elever i grundskolans tidiga år förklarar kemiska samband

