Naturvetenskapernas och teknikens didaktik nr 7 2021

Forum för forskningsbaserad NT-undervisning

Bidrag från konferensen FobasNT19 17–18 oktober 2019 i Norrköping

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

LINKÖPINGS UNIVERSITET

NATDID
Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik

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 forskningsspridning 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

Andreas Larsson, Karin Stolpe, Gunnar Höst och Johan Svenningsson
Inledning 1

Helen Brink
Tekniklärares erfarenheter av undervisning om digitala modeller i högstadiets teknikundervisning 7

Ingela Bursjöö
På väg mot beprövad erfarenhet: digitala lärresurser i undervisningen 17

Karin Bårman, Mats Hansson, Johnny Häger och Mats A Hansson
Kollegialt lärande i naturvetenskap och teknik med Skolverkets moduler 35

Camilla Christensson och Karolina Broman
Kontextbaserad problemlösning inom ämnesområdet läkemedel 49

Feyza Cilingir
Strategier för meningsskapande inom ramen för studiehandledning kring vattnets kretslopp 69

Cecilia Ekstrand
STE(A)M-lärande utanför klassrummet 81

Nina Eliasson och Anna-Karin Westman
”Nu kan vi sätta ord på det vi gör” – att utveckla naturvetenskap och teknik i förskolan 99

Lena Hansson, Lotta Leden och Susanne Thulin
Samtal om ”naturvetenskapernas karaktär” i förskolan med utgångspunkt i bilderböcker 107

Rickard Kristiansson
Språkutvecklande NT-undervisning med hjälp av multimodala resurser 119

Suvi Mikkonen, Camilla Lundqvist, Cecilia Kozma, Andre Bürgers, Dana Seifeddine Ehdwall och Per Anderhag
Begrepp, metaforer och liknelser i yngre barns samtal om cellen 129

Miguel Perez, Sadaf Salavati och Barbro Tyrberg
Forskning inom ett komplext projekt riktat mot skolan 147

Harald Raaijmakers
Elevers fantasifulla undersökning av naturvetenskapliga samhällsfrågor i samtida konst 161

Begrepp, metaforer och liknelser i yngre barns samtal om cellen

Suvi Mikkonen[1,2], Camilla Lundqvist[1,2], Cecilia Kozma[1,3], Andre Bürgers[1,4], Dana Seifeddine Ehdwall[1,5] och Per Anderhag[1,2,6]
[1] STLS, [2] Stockholms stad, [3]Vetenskapens Hus, [4]Nacka kommun, [5]Botkyrka kommun, [6]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) begreppsanvändning och förståelse för cellen. I ämnesplanen för biologi i årskurs 1-3 ingår inte cellen i det centrala innehållet. Enligt styrdokumenten 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 & Andrée, 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 Fernandéz 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 bägaren.

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 outforskat 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 skriftiga

medgivande inför ljud- och filmupptagningar. Samtliga elever avidentifierades inför transkriberingarna. Studien genomfördes inom ramen för Stockholm Teaching & Learning Studies[1] (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 bänkgranne. 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[2] (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.

---

[1] Stockholm Learning & Teaching Studies är ett nätverk där Stockholms universitet och ett antal skolhuvudmän i Stockholmsregionen ingår och som bedriver undervisningsutvecklande forskning.
[2] 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 PuppetPals 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, Bakteriecell, 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, Hårcell, Hudcell, Hjärncell	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 mikroskopen 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 samtalet 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.

Cellmodellsfilmerna 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 samtalade 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 cellplasmat.

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*” (Elevexempel 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” (Elevexempel 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.

Elevexempel 3: Vad gör restaurangen?

1	***Elev 1:***	*Har du några mitokondrier [i cellmodellen]?*
2	***Elev 2:***	*Ja, restaurangen, det är den här [en vit flörtkula].*
3	***Elev 1:***	*Mm. Vad gör restaurangen?*
4	***Elev 2:***	*Den bankar sönder sockermolekyler och sprutar ut*
5		*energibubblor som landar på, ehh,*
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 (Endoplasmatiskt 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 mikroskopen 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.

Elevexempel 6: Det ser ut som en ananas

1	***Elev 1:***	*Aah!*
2	***Elev 2:***	*Det ser ut som en ananas!*
3	***Elev 1:***	*Det såg ut som en ananas*
4	***Elev 3:***	*Vad coolt! Coolt va!*
5	***[...]***	
6	***Elev 2:***	*Det är mina!*
7	***Elev 3:***	*Wow, wow, wow. Oj det där är mycket celler*
8	***Elev 2:***	*Jag vet det är femton celler*
9	***Elev 2:***	*Det är mina, jätteförstorat*
10	***[...]***	
11	***Elev 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 elevexempel 7 visar. En handledare från Vetenskapens Hus sammanfattade aktiviteten och de pratade då om de bakterier de tittat på.

Elevexempel 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 stavning, 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 oproblematiska. 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, S*cience & 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 Europé,* ss. 47-59. Leverkusen: Barbara Budrich Publishers.

Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). Multimodal Teaching and Learning. The Retorics 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.

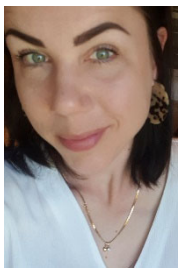
Weiland, M. (2019). *Hänsyn till helheten: extrahering av en didaktisk modell för det komplexa innehållet i den naturorienterande undervisningen på lågstadiet*. Licenciatavhandling, Uppsala universitet, Institutionen för pedagogik, didaktik och utbildningsstudier, Uppsala.

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.



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.