

Att skapa en känsla för evolution – högstadieelevers epistemiska känslor och meningsskapande om naturligt urval

Originalartikel

Magdalena Andersson^{1*} , Christina Ottander²  & Bodil Sundberg³ 

¹ FontD, Linköpings universitet

² Umeå universitet

³ Linnéuniversitetet

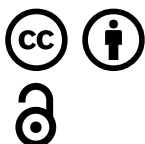
*Korresponderande författare:
Magdalena Andersson
magdalena.andersson@orebro.se

Forskning om undervisning och
lärande, vol. 13, nr 2, 2025, 6–26
DOI: [10.61998/forskul.v13i2.24322](https://doi.org/10.61998/forskul.v13i2.24322)
ISSN: 2001-6131

Förhandspublicerad: 2025-04-21
Publicerad: 2025-09-04

© 2025 Författarna.

Denna artikel publiceras med öppen
tillgång under villkoren i Creative
Commons. Erkännande-licensen
CC BY 4.0, som tillåter användning,
spridning och reproduktion i vilket
medium som helst, förutsatt att
originalverket är korrekt citerat.



Sammanfattning

Denna artikel bygger på resultat från ett samverkansprojekt där en högstadielever och forskare gemensamt genomförde formativa interventioner för att undersöka epistemiska känslor – särskilt förundran – som pedagogiskt verktyg i undervisning om evolutionära processer. Förundran beskrivs ofta som en känsla med stor potential att stärka elevers engagemang och förståelse av naturvetenskap. Trots detta finns det få empiriska studier som har undersökt fenomenet i autentiska klassrumssammanhang. I denna studie analyserades ljud- och videoinspelningar av en lektion som utformats för att främja upplevelser av förundran. Genom kvalitativ innehållsanalys i kombination med multimodal interaktionsanalys identifierades hur elever skapade mening om, och uttryckte känslor i relation till undervisningens innehåll. Resultaten visar att eleverna resonerade mer djupgående kring begreppen konkurrens, variation och anpassning – processer som de även visat känslomässigt engagemang inför. Studien belyser den pedagogiska potentialen i att skapa utrymme för epistemiska känslor i undervisning om komplexa naturvetenskapliga processer.

Nyckelord: epistemiska känslor, evolution, formativ intervention, förundran, grundskola

Abstract

This study is based on a collaborative project in which a lower secondary science teacher and researchers carried out formative interventions to explore epistemic emotions – particularly wonder – as a pedagogical tool in teaching evolutionary processes. Wonder is frequently highlighted as an emotion with strong potential to enhance students' engagement in and understanding of science. However, few empirical studies have examined this phenomenon in authentic classroom settings. By using qualitative content analysis combined with multimodal interaction analysis of an audio- and video-recorded lesson designed for wonder, the study identified how students made meaning of and expressed emotions in relation to the subject matter. The results show that students engaged in more in-depth reasoning around the concepts of competition, variation, and adaptation – processes that also evoked emotional engagement. The study highlights the pedagogical potential of intentionally creating space for epistemic emotions in the teaching of complex scientific processes.

Keywords: epistemic emotions, evolution, formative intervention, secondary school, wonder

Introduktion

Studier runt om i världen visar att elever tappat intresset för NO-ämnena mellan årskurs 4 och 8 (t.ex. Skolverket, 2021). Ett opersonligt, faktaorienterat sätt att undervisa naturvetenskap har antagits vara den främsta orsaken, snarare än att elever förlorar intresse för naturvetenskap i sig (Bonnette m.fl., 2019; Potvin & Hasni, 2014). Denna utmaning väcker behov av att utforska nya pedagogiska angreppssätt som kan stärka elevers engagemang och intresse för skolans naturvetenskap. Ett intressant perspektiv på detta kommer från forskning som visar att känslor spelar en avgörande roll i hur elever upplever naturvetenskap. När elever (6–7 år) och studenter (över 18 år) tillfrågas om tidigare upplevelser av undervisningen, återger båda grupperna ofta händelser genom att beskriva känslorna de associerar med dessa händelser (Caiman & Jakobson, 2022; Wickman, 2006). Detta indikerar att det inte bara är det kognitiva innehållet som lämnar avtryck, utan även de emotionella erfarenheterna. I ljuset av detta blir det särskilt intressant att utforska betydelsen av känslornas roll i samband med undervisning i naturvetenskap. Med utgångspunkt i Pekrun och Linnenbrink-Garcias (2014) teori om känslors roll för meningsskapande och kunskapsbyggande, har vi, i samarbete med en lärare i årskurs 7, genomfört en empirisk klassrumsstudie. Vi fokuserar särskilt på epistemiska känslor – och hur dessa kan påverka elevers lärande och förändra deras syn på sin omvärld – det vill säga deras meningsskapande inom naturvetenskap.

Epistemiska känslor utgör en kategori av känslor som är intimt kopplade till kunskap och lärande (Candiotto, 2019; Paulson m.fl., 2021; Valdesolo m.fl., 2017). Dessa känslor är inte bara emotionella upplevelser, utan fungerar som viktiga verktyg för att styra och stödja våra kognitiva processer, exempelvis genom att fokusera vår uppmärksamhet och motivera till reflektion och utforskning (Brady, 2009; Hookway, 2016). På så sätt kan epistemiska känslor motivera individer att aktivt söka efter kunskap och förståelse, vilket i sin tur påverkar deras förmåga att skapa mening, hantera komplexitet och bidra till att forma individens sätt att förstå och värdera kunskap (Keltner & Haidt, 2003). Till exempel klassas nyfikenhet som en epistemisk känsla eftersom den kan fungera som drivkraft för att söka ny kunskap. Även andra känslor såsom överraskning, förvåning och förvirring räknas som epistemiska, eftersom de kan motivera oss att ställa frågor och lösa problem (Morton, 2010).

Bland de epistemiska känslorna har förundran lyfts fram som särskilt relevant för att öka elevers engagemang och intresse för skolans naturvetenskap. Förundran är en känsla som uppstår då en person konfronteras med något som går utanför det man förväntar sig eller i mötet med något som upplevs som obegripligt (Candiotto, 2019; Valdesolo m.fl., 2017). Denna känsla kan också uppstå i samband med en oväntad insikt om komplexiteten eller skönheten i något vanligt eller om man plötsligt ser något ur ett helt nytt perspektiv. Att förundras över något kan leda till en önskan att få veta mer, och ett engagemang i att skaffa sig mer kunskap, men kan också leda till en stillsam omvälvande inre förändring av en persons världsbild. Den föreslagna pedagogiska potentialen i samband med naturvetenskapsundervisning har kopplats till att känslan av förundran kan motivera elever att engagera sig i läroprocessen och de naturvetenskapliga arbetsformerna och att förundran öppnar upp för känslomässig anknytning till naturen och nya perspektiv på världen, (Candiotto, 2019; Gottlieb m.fl., 2018; Hadzigeorgiou & Schulz, 2014; Keltner & Haidt, 2003). Inom den utbildningsvetenskapliga litteraturen går det att hitta ett flertal teoretiskt grundade förslag på upplägg som gör plats för elevers förundran (Trotman, 2014; Wolbert & Schinkel, 2021). Trots ett växande intresse för teoretiska resonemang och förslag på hur lärare kan ge plats för epistemiska känslor som till exempel förundran i sin undervisning är empiriska studier och metodologiska verktyg för att identifiera och undersöka dessa känslor fortfarande sällsynta (Gail Jones m.fl., 2022).

Denna artikel presenterar resultat från en analys av en lektion som ingick i en större studie som bygger på formativa interventioner där forskare och lärare samarbetade för att utveckla, implementera och studera nya undervisningsmetoder i en verklig kontext (Penuel, 2014). Fokus låg på att skapa förutsättningar för att utveckla evolutionsundervisning med plats för förundran och andra epistemiska känslor baserat på teoretiskt grundade förslag på upplägg (Trotman, 2014; Wolbert & Schinkel, 2021). Syftet med studien är att få empirisk kunskap om epistemiska känslor kan fungera som pedagogiskt verktyg för att fördjupa elevers meningsskapande. Ämnesområdet evolution valdes av läraren med utgångspunkt i skolans redan beslutade årsplanering för respektive årskurs. I denna artikel analyserar vi en lektion som fokuserade naturligt urval.

Våra frågeställningar var:

1. Vilka epistemiska känslor kan identifieras under en lektion om naturligt urval?
2. Hur relaterar elevernas epistemiska känslor till deras meningsskapande om evolutionära processer kopplade till naturligt urval?

I likhet med Gail Jones och medförfattare (2022) inkluderar vi tre perspektiv i vår förståelse av epistemiska känslor: (1) att epistemiska känslor generellt har en stor påverkan på elevers meningsskapande och prestationer (Candiotto, 2019; Paulson m.fl., 2021; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014; Valdesolo m.fl., 2017), (2) att epistemiska känslor triggar kognitiva processer såsom frågor, fördjupad informationssökning och kritiskt tänkande och därmed inspirerar till lärande genom utforskande och upptäckande av vår fysiska omvärld (Gottlieb m.fl., 2018; Hadzigeorgiou, 2012; Keltner & Haidt, 2003; Valdesolo m.fl., 2017) och (3) att förundran, som särskilt lyfts fram som en viktig drivkraft inom naturvetenskaplig verksamhet, samspelar med andra epistemiska känslor och personliga faktorer, vilket påverkar hur förundran uttrycks och skapar engagemang och förståelse (Anderson m.fl., 2020; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Genom att undersöka hur epistemiska känslor samspelar med elevers lärande i naturvetenskap vill vi bidra med nya insikter om hur dessa känslor kan användas som pedagogiska verktyg för att stärka elevers upplevelser av och lärande i naturvetenskap.

Teoretisk bakgrund

Denna studie har sin utgångspunkt i att allt lärande är situerat, socialt och rymmer många olika sorters känslor (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Pekrun och Linnenbrink-Garcia beskriver dessa känslor som akademiska känslor, det vill säga känslor som elever upplever i undervisningssituationer, och som kan påverka deras meningsskapande och prestationer.

Inom utbildningsvetenskaplig forskning har Pekrun och Linnenbrink-Garcia (2014) identifierat fyra grupper av akademiska känslor: *prestationskänslor* (*achievement emotions*), *ämneskänslor* (*topic emotions*), *sociala känslor* (*social emotions*) och *epistemiska känslor* (*epistemic emotions*). Prestationskänslor, är relaterade till föreställningar om framgång och misslyckande i samband med prestationsbaserade aktiviteter. Exempel på sådana känslor är stolthet över framgång och skam i samband med ett misslyckande. Ämneskänslor, å andra sidan, relaterar till känslor kopplade till specifika ämnesområden eller ämnesinnehåll. Elever kan till exempel känna entusiasm för ett specifikt ämnesområde eller empati för ett djurs öde i en fältstudie. Sociala känslor involverar elevers känslor gentemot sina kamrater, lärare och skolmiljön. Empati, ilska, avund och beundran är exempel på sociala känslor som kan påverka elevernas sociala interaktion och välbefinnande i skolan. Epistemiska känslor uppstår i samband med att en elev blir uppmärksam på sitt eget icke-vetande. Dessa känslor kan därmed ha en stor påverkan på elevers meningsskapande och prestationer (Candiotto, 2019; Paulson m.fl., 2021; Valdesolo m.fl., 2017), samt kan sty-

ra deras uppmärksamhet och motivation att lära (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Denna empiriska studie fokuserar på epistemiska känslors roll i det naturvetenskapliga klassrummet med särskilt fokus på förundran eftersom denna epistemiska känsla ofta beskrivs som särskilt viktig för naturvetenskaplig verksamhet (Candiotto, 2019; Keltner & Haidt, 2003).

Epistemiska känslor i det naturvetenskapliga klassrummet

En känsla kan klassas som epistemisk om den påverkar en individs lärande genom att styra och stödja kognitiva processer, exempelvis genom att fokusera vår uppmärksamhet på något vi inte förstår, eller motivera till reflektion och utforskande av något nytt (Brady, 2009; Hookway, 2016). På detta sätt kan epistemiska känslor stimulera individens aktiva sökande efter kunskap och förståelse, vilket kan bidra till fördjupat meningsskapande, förmåga att hantera komplexitet och att värdera kunskap (Keltner & Haidt, 2003). Inom kategorin epistemiska känslor återfinns exempelvis *förundran*, *övertäckning*, *förvåning*, *förvirring* och *nyfikenhet*, som alla kan utlösas av kognitiva problem (Valdesolo, 2017). En elev kan till exempel överraskas av ett oväntat resultat i en laboration, bli förvånad över en ny uppgift eller känna förvirring eller frustration över ett hinder. Nyfikenhet uppstår när det finns ett gap mellan vad en individ vet och ännu inte förstår, och drivs av en strävan efter svar och förklaringar (Lindholm, 2018). Epistemiska känslor, som förvirring, samspelar med andra känslor och påverkas av sammanhanget där de uppstår. Förvirring kan, när den fungerar epistemiskt, rikta uppmärksamheten mot det oförstådda och motivera till problemlösning i en stödjande miljö. Om utmaningen däremot inte är stödjande eller känns överväldigande kan förvirringen övergå i negativa känslor som rädsla eller ångest, vilket bryter dess epistemiska funktion och istället hämmar lärandet genom att minska motivation och koncentration (Brady, 2013). Förundran är en epistemisk känsla som är särskilt intressant för undervisning i skolans NO eftersom den på ett mer djupgående sätt gör oss medvetna om det vi inte vet och inte kan förklara (Candiotto, 2019). Förundran har också beskrivits som särskilt intressant i samband med undervisning i naturvetenskap eftersom denna känsla kan: 1) tvinga oss att ifrågasätta vår världsbild (Candiotto, 2019; Gottlieb m.fl., 2018; Hadzigeorgiou & Schulz, 2014; Keltner & Haidt, 2003); 2) ge kraft till att motivera och engagera elever i läroprocesser (Dewey, 1910; Valdesolo m.fl., 2017; Wolbert & Schinkel, 2021); 3) öppna upp för ett känslomässigt förhållande till naturen (Hadzigeorgiou & Schulz, 2014); samt 4) främja en förståelse av hur naturvetenskap fungerar (Gottlieb m.fl., 2018). Vikten av att kunna förundras över omvärlden beskrivs också ofta av framstående forskare som grundläggande i den (natur)vetenskapliga processen (t.ex. Dawkins, 2000).

Baserat på forskningen ovan finns teoretiskt grundade förslag på hur förundran och andra epistemiska känslor kan fungera som pedagogiska verktyg i undervisningen. Till exempel har Trotman (2014) samt Wolbert och Schinkel (2021) beskrivit att en klassrumsmiljö där undersökande, tillfälligheter och slump är värderade ger bra förutsättningar för elevers förundran. De förordar också upplägg som uppmuntrar föreställningsförmåga, empati och att uppmärksamma det extraordinära i det vardagliga för att skapa berikade lärmiljöer och att både lärare och elever aktivt delar med sig av sin förundran.

Trots att det inom litteraturen finns både teoretiskt grundade argument samt förslag på upplägg för att göra plats för elevers förundran i skolans naturvetenskap, är empiriska studier som utforskar detta fortfarande få (Gail Jones m.fl., 2022). Tre empiriska klassrumsstudier som pekar på en pedagogisk potential med att göra plats för förundran i skolans naturvetenskap är beskrivna av Hadzigeorgiou (2012), Gilbert och Byers (2017) samt Sundberg och Andersson (2023). Hadzigeorgiou (2012) beskriver i sin studie hur han i samarbete med en fysiklärare utvecklade undervisning med plats för förundran. Två niondeklassare deltog; en fick ta del av undervisningen

med plats för förundran och en fick ta del av undervisning utan. Interventionen resulterade i att de elever som hade deltagit i "förundransundervisningen" utvecklade bättre förståelse för flera av de naturvetenskapliga fenomen som lektionen handlade om, mindes undervisningsmomenten i högre grad och kunde också redogöra för tillämpning av vetenskapliga metoder på ett mer utvecklat sätt. I den andra studien använde Gilbert och Byers (2017) förundran som pedagogiskt verktyg för att hjälpa lärarstudenter inriktade mot yngre åldrar att övervinna negativa associationer till naturvetenskap som de hade utvecklat under sin egen skolgång. Upplägget både ökade studenternas intresse för naturvetenskap och gav dem tillförsikt inför att själva undervisa i naturvetenskap. Den tredje studien (Sundberg & Andersson, 2023) handlar om evolutionsundervisning i skolår 7. Resultaten visade att det är möjligt att designa naturvetenskaplig undervisning som väcker elevers förundran för ett i förväg naturvetenskapligt ämnesinnehåll.

Sammanfattningsvis antyder dessa studier att det finns empiriskt grundat stöd för de teoretiska argumenten om att förundran kan ha potential att utveckla naturvetenskapsundervisningen på ett sätt som gynnar elevers intresse, lärande och förståelse för ett naturvetenskapligt arbetssätt. Fler empiriska studier krävs emellertid för att på ett grundligare sätt utforska hur förundran samspelar med andra epistemiska känslor, personliga faktorer, specifika naturvetenskapliga områden samt klassrumssituationer. Det behövs också empiriska studier som prövar metoder som identifierar elevers uttryck för epistemiska känslor och även belyser vilken potential och eventuella begränsningar denna typ av undervisning har.

Didaktiska aspekter på evolutionsundervisning

Evolutionsteorin har en central roll i biologiundervisningen. Det är därför särskilt bekymmersamt att elever fortfarande upplever området som svårt att förstå, trots decennier av didaktisk forsknings- och utvecklingsarbete med syfte att utveckla evolutionsundervisningen. De faktorer som försvårar elevers förståelse och acceptans av evolutionsteorin kan delas in i två huvudkategorier: emotionella och kognitiva hinder (Thagard & Findlay, 2010). Emotionella hinder handlar om att elever tenderar att acceptera sådant de av religiösa eller existentiella skäl vill ska vara sant, och vice versa. Detta kan leda till en känslomässig konflikt mellan elevers personliga övertygelser och det vetenskapliga perspektivet som undervisas om i klassrummet. Kognitiva hinder handlar däremot om begreppsliga svårigheter, där exempelvis evolutionära processer kan vara svåra att förstå eftersom de beskriver förändringar som sker över långa tidsperioder. Till de kognitiva hindren hör också elevernas intuitiva antaganden, såsom att biologiska fenomen finns av en anledning eller är viljestyrda (Sinatra m.fl., 2008). Ett annat exempel på kognitiva hinder är tröskelbegrepp, som utmärks av att de är svåra att tillgodogöra sig men när de väl har bemästrats skapar en bestående förändring i elevernas förståelse (Meyer & Land, 2003; Tibell & Harms, 2017). Exempel på tröskelbegrepp är tidsskalor, slumpmässighet, sannolikhet och rumsliga skalor, som är avgörande för att förstå evolutionära processer som naturligt urval (Ross m.fl., 2010; Tibell & Harms, 2017). I den här studien fördjupar vi oss särskilt i elevers meningsskapande kring *naturligt urval*, en evolutionär process som läraren valde att fokusera särskilt på då den ofta upplevs som svår för elever. Naturligt urval omfattar en mängd underliggande faktorer och processer som påverkar hur arter utvecklas. En djupare förståelse för naturligt urval kräver därför en ökad förståelse av hur dessa begrepp är sammankopplade, något som har visat sig vara utmanande för elever (Göransson, 2021; Meyer & Land, 2003; Tibell & Harms, 2017). Utöver tröskelbegreppen som redan har nämnts är *variation* ett centralt begrepp för att förstå naturligt urval, det vill säga att individer inom en population har egenskaper som skiljer sig åt mellan individer. Mycket av denna variation är nedärvd (dvs. genetisk variation). Andra begrepp som är tätt kopplade till naturligt urval är *konkurrens*, *artbegreppet* och *anpassning till miljön* (Campbell m.fl., 2020).

Konkurrens beskriver hur begränsade resurser kan leda till konkurrens mellan individer, både i termer av överlevnad och lyckad reproduktion. Artbegreppet omfattar idén att individer som är nära besläktade och kan fortplanta sig med varandra, medan anpassning till miljön beskriver att vissa individers egenskaper gör dem mer lämpade för den specifika miljö de lever i.

Sammantaget indikerar didaktisk forskning att utmaningar inom komplexa områden såsom evolution kräver metoder som främjar djupare förståelse för ämnet. Att föra in epistemiska känslor med fokus på förundran in i undervisningen kan vara en sådan metod, eftersom dessa känslor kan motivera till ett aktivt sökande efter kunskap och förståelse. Detta kan i sin tur bidra till att bredda elevernas perspektiv och öppna upp för att ifrågasätta den egna världsbilden (Candiotto, 2019; Keltner & Haidt, 2003).

Metodologi

Formativa interventioner

Vår design är inspirerad av Penuels (2014) modell för formativa interventioner, där personer med olika kompetenser samarbetar för att generera nya idéer och lösningar som deltagarna inte skulle kunna utveckla på egen hand. Formativa interventioner grundar sig på teorin om expansivt lärande och syftar till att generera kunskap som är relevant både för forskarsamhället och den praktik som studeras. I vår studie genomfördes de formativa interventionerna genom ett samarbete mellan oss forskare och en NO-lärare i årskurs 7 för att utforma lektioner som inspirerades av teoretiskt grundade förslag på undervisningsformer som stimulerar förundran beskrivna av Trotman (2014) samt Wolbert och Schinkel (2021). Valet av ämnesområde, tidsplan och innehåll bestämdes av läraren, som redan hade planerat att undervisa om evolution vid tidpunkten för studien. Lektionsplaneringen utgick från principen att strukturera undervisningen kring en central men för eleverna utmanande evolutionär process, och valet föll på naturligt urval. Enligt Tibell och Harms (2017) behöver elever stöd för att förstå mekanismerna och processerna bakom naturligt urval. Utan detta stöd riskerar elever att enbart memorera begreppen utan att verkligen förstå vad naturligt urval innebär. Under projektet har vi haft olika roller. Lärarens ansvar var att bidra med professionell kunskap till planerings- och utvärderingsprocessen samt att genomföra undervisningen på ett sätt som passade den aktuella klassens sammansättning samt befintliga ramfaktorer. Våra roller som forskare innebar att genomföra ett antal gemensamma workshops om epistemiska känslor med fokus på förundran, planera för uppföljande möten, erbjuda vetenskapligt grundat stöd i planerings- och utvärderingsprocessen samt dokumentera och analysera det empiriska materialet.

Etiska aspekter

Inför forskningsprojektet fick rektor, lärare, elever och elevernas vårdnadshavare skriftlig information om projektet och, i enlighet med Vetenskapsrådets forskningsetiska principer (2017, 2024), information om att deltagandet var frivilligt och när som helst kunde avbrytas. Alla medverkande från skolan och samtliga vårdnadshavare till eleverna som deltog i studien gav skriftligt samtycke till att delta i studien. Personuppgifterna har hanterats enligt dataskyddsförordningen (GDPR). I artikeln är samtliga namn fingerade. Data i form av video- och ljudinspelningar är lagrade i extern hårddisk som förvaras inlåst.

Undervisningskontext

Projektet genomfördes i samarbete med en NO-lärare i årskurs 7, och hennes klass bestående av 45 elever på en F–9-skola i Mellansverige. Under de sex veckor som projektet pågick, genomförde

läraren tolv lektioner inom området evolution – två per vecka. Tillsammans planerade vi tre av dessa tolv lektioner med målet att ge plats för förundran och andra epistemiska känslor i samband med undervisning med fokus på centrala evolutionära begrepp. I denna artikel presenteras resultat från den tredje lektionen – *Näbblabben*. Näbblabben var en lektion om naturligt urval, där en laborativ del i form av ett rollspel ingick. Rollspelet var utformat för att åskådliggöra inomartsvariation av näbbformer inom en population av galápagosfinkar, och visa hur sådana variationer påverkar individers överlevnad och därmed det naturliga urvalet. Resultat från lektionen som introducerade evolutionsområdet för eleverna presenteras i Sundberg och Andersson (2023). I *Näbblabben*, vävde vi samman ämnesinnehållet med att ge eleverna egna personliga upplevelser av naturligt urval via inslag av rollspel för att, i enlighet med Trotman (2014) och Schinkels (2021) teorigrundade förslag skapa en klassrumsmiljö som uppmuntrade till föreställningsförmåga, empati och känslor. Med utgångspunkt i lärarens kännedom om hur ett upplägg bäst skulle passa klassen delades lektionen upp i fyra distinkta faser: *introduktion*, *laborativ del (rollspel)*, *gruppdiskussion* och *avslutande diskussion*. I introduktionen repeterade läraren fakta om Charles Darwin, hans banbrytande upptäckter på Galápagosöarna, hans förundran över dessa upptäckter och hur denna känsla fungerade som en drivkraft för hans forskning. Vidare fick eleverna en detaljerad beskrivning av laborationens upplägg, där de skulle agera fåglar inom en population med varierande näbbstorlekar (tänger av olika storlekar). Med dessa skulle de samla mat på olika Galápagosöar (bord) där maten varierade i storlek. I andra fasen, den laborativa delen (rollspelet), blev eleverna indelade i grupper med fem elever i vardera. Varje elev i gruppen fick en specifik ”näbb” med varierande utseende: bägartång, pincett, grilltång, platttång eller fladdrig pincett (figur 1a). Verktygen skulle symbolisera inomartsvariation inom en specifik art bland galápagosfinkarna. Under rollspelet fick grupperna besöka fem olika öar, var och en med olika typer av mat, såsom vallmofrön, russin, gummisnoddar, valnötter eller linfrön (figur 1b). Eleverna hade trettio sekunder på sig att samla så mycket mat som möjligt (figur 1c), och därefter dokumenterade varje elev sina individuella resultat i en tabell. Laborationen avslutades när alla elever hade besökt alla fem öar.

Figur 1

Under den laborativa delen (rollspelet) förflyttade sig eleverna mellan "öar" och använde sig av olika verktyg ("näbbar") för att plocka mat



Not: Verktygen symboliserar inomartsvariation av näbbformer inom en population av galápagosfinkar.

I den tredje fasen, det vill säga under gruppdiskussionen, fick eleverna möjlighet att muntligt och skriftligt diskutera olika frågor med utgångspunkt i vad som hände under laborationen. Diskussionsfrågorna var: 1) *Vem av er mår bäst på den här ön?*; 2) *Spelar det någon roll vilken näbb de andra har?*; 3) *Fåglarna är samma art – vad innebär det?*; 4) *Vad händer om miljön ändras?*; 5) *Är det viktigt med variation bland näbbarna på en ö?* Frågorna var utformade dels för att ge utrymme för reflektion och diskussion kring ämnesinnehållet naturligt urval (konkurrens, variation,

artbegreppet, anpassningar till miljön), dels för att uppmuntra till att beskriva de känslor som uppstod när de intog rollen som fåglar under laborationen.

Lärare och forskare cirkulerade mellan grupperna för att lyssna på diskussionerna, svara på elevers frågor, och ställa nya frågor till grupperna för att uppmuntra till fortsatt diskussion. Varje elevs resultat (antal insamlade matbitar) på respektive ö dokumenterades även i en gemensam tabell på en whiteboardtavla för att jämföra resultaten på "populationsnivå". Avslutningsvis fick eleverna möjlighet att dela sina reflektioner i en avslutande diskussion ledd av läraren och med frågorna som underlag.

Datainsamling

Vid genomförandet av Näbblabben delades klassen in i tre mindre grupper om 15 elever vardera. Det innebar att lektionen hölls tre gånger under samma dag, en gång för varje grupp. Under projektets gång pågick covid-19-pandemin och många elever var frånvarande på grund av sjukdom och rådande restriktioner och riktlinjer. Två grupper hade hög elevfrånvaro under detta tillfälle, och resultaten från denna studie grundar sig därför på analyser av de observationer som gjordes på den till relevanta största gruppen, som bestod av tio elever.

Under introduktionsdelen användes två mp3-spelare för att samla in data. En placerades nära läraren i främre delen av klassrummet, den andra placerades mitt i klassrummet. Under den laborativa delen (rollspelet) användes i stället två videokameror för att registrera både visuella data (kroppsrörelser, blickar, gester och ansiktsuttryck) och auditiva data (verbala yttranden och prosodi). Vidare användes två mp3-spelare under gruppdiskussionerna, en vid varje grupp. Slutligen användes en videokamera och en mp3-spelare under den avslutande diskussionen.

Analys

Analysen utfördes i två steg för att fånga verbala och kroppsliga uttryck för epistemiska känslor i samband med meningsskapande. Först användes kvalitativ innehållsanalys för att identifiera meningsbärande enheter med fokus på evolution samt verbala känslouttryck i relation till detta innehåll. Därefter genomfördes en fördjupande multimodal interaktionsanalys på de meningsbärande avsnitten för att fånga upp icke verbala uttryck för känslor och meningsskapande.

Kvalitativ innehållsanalys

Datamaterialet transkriberades först i sin helhet för att ordagrant kunna återge vad som sagts och av vem (Kvale & Brinkmann, 2014). Den kvalitativa innehållsanalysen inleddes med upprepade läsningar av elevcitaten för att identifiera meningsbärande enheter med fokus på innehållet evolution (Graneheim & Lundman, 2004). De meningsbärande enheterna kodades och kategoriserades sedan baserat på de evolutionära begrepp som eleverna skapade mening om. Under denna kodningsprocess användes "Biology – A Global Approach" (Campbell m.fl., 2020) som referenslitteratur. I materialet kunde vi identifiera fyra begrepp och därmed kategorier som eleverna skapade mening om: konkurrens, variation, art samt anpassning till miljön (se tabell 3). För att citat skulle kodas som meningsskapande om evolutionära begrepp behövde eleverna inte nödvändigtvis ange dessa begrepp explicit. I stället grundades vår kodning på vår förståelse av vilka begrepp eleverna både implicit och explicit diskuterade och skapade mening om. I nästa steg räknades antalet uttryck för meningsskapande i respektive lektionsfas och resultaten sammanfattades i ett stapeldiagram (figur 3). Därefter genomfördes en deduktiv analys för att identifiera om eleverna verbalt uttryckte epistemiska känslor med fokus på förundran i relation till undervisningens innehåll. Vägledande för denna analys var elevernas verbala uttryckt av förundran (Sundberg & Andersson, 2023). Inga verbala uttryck för förundran identifierades, däremot fann

vi ett flertal exempel på uttryck för andra epistemiska känslor i materialet (tabell 2). Detta ledde till att vi utvidgade vår frågeställning för att även inkludera andra epistemiska känslor.

Multimodal interaktionsanalys

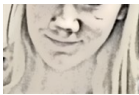
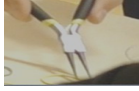
Multimodal interaktionsanalys är en analysmetod med fokus på såväl verbal som icke-verbal kommunikation, såsom tal, prosodi, kroppslig rörelse, ansiktsuttryck, gester och blickar (Beze-mer & Kress, 2015; Hübscher m.fl., 2019; Jewitt, 2009; Wilmes & Siry, 2021). Denna analysmetod lades till för att fördjupa analysen av elevernas emotionella engagemang i samband med meningsskapande. En utgångspunkt här var att elever förväntas uttrycka både känslor och meningsskapande verbalt och icke verbalt.

Den multimodala interaktionsanalysen som genomfördes av huvudförfattaren, var inspirerad av Wilmes och Siry's stegvisa metod för att analysera och beskriva elevers engagemang under laborationer (2021). Inledningsvis analyserades elevernas kroppsrörelser, ansiktsuttryck, gester och blickar genom att granska videoinspelningarna *utan ljud* i olika hastigheter. Därefter inkluderades ljud för att studera prosodin i talet. Prosodi handlar om språkets tonhöjd, rytm och betoning, karaktärsdrag som förmedlar känslor och emotionellt engagemang. Enligt Hübscher med flera (2019) kan man observera att personer som till exempel blir förvånade tenderar att lägga in fler vokalljud i talet och förlänga vissa betonade vokalljud. Ett exempel från den här studien är: "Det är otroligt!". I tabell 1 beskrivs hur olika modaliteter tillsammans beskriver uttryck för den epistemiska känslan förväntan genom leenden, öppen kroppshållning, snabba rörelser och positiva yttranden som "Det här kommer att bli spännande!"

Innehållsanalys och multimodal analys upprepades flera gånger i en iterativ process för att knyta samman de koder och kategorier som framkom i innehållsanalysen med de koder och kategorier som framkom i den multimodala analysen. I processens slutskede involverades de övriga författarna i analysprocessen för att justera och diskutera dessa koder och kategorier tills enighet uppnåddes.

Tabell 1

Exempel på analys av känslouttryck där kvalitativ innehållsanalys av transkript knyts samman med multimodal analys av videoinspelningar

	Utdrag från transskript - en dialog	Prosodi	Kroppslig rörelse	Ansiktsuttryck / gester	Blickar
Flicka	" <u>Finns</u> det något här under [duken]?"	Betonar <i>finns</i> .	Går snabbt till den nya "ön" [bordet].	Ler 	Tittar intensivt på brickan [maten] på bordet.
Lärare	"Ja, vi ska se vad [vilken mat] som kan finnas här under."		Tar bort duken från brickan.		
Flicka	"Ååå tjena vad kul, lägg av! Den <u>här</u> gången går det nog bra för mig."	Långt <i>Ååå</i> , hög tonhöjd på <i>Ååå</i> och <i>av</i> , betonar <i>här</i> .		Formar munnen till ett o. 	Fortsätter att hålla blicken på brickan [maten].
Flicka			Testar att plocka maten med tången.	Ser nöjd ut. 	Fortsätter att hålla blicken på brickan [maten].

Not: De understrukna orden i exempelcitaten indikerar att eleven betonade dessa ord. Citatet är hämtat från en dialog mellan lärare och en elev i grupp B, under rollspelet i Näbblabben.

Resultat

Sammantaget visar våra resultat att eleverna gav uttryck för ett flertal epistemiska känslor i samband med meningsskapande kring ett flertal evolutionära processer under lektionen. Lektionens fyra faser gav olika förutsättningar för att uttrycka epistemiska känslor både genom kroppsliga modaliteter, såsom gester, ansiktsuttryck och blickar samt verbala uttryck i form av frågor och reflektioner. I det följande avsnittet följer fördjupade beskrivningar av dessa resultat presenterade i förhållande till forskningsfrågorna.

Eleverna uttrycker en rad olika epistemiska känslor under lektionen

I samband med lektionen uttryckte eleverna en rad olika epistemiska känslor: frustration, förvåning, nyfikenhet, förväntan, stolthet och konfundering (tabell 2). Totalt gav eleverna uttryck för någon av dessa känslor vid 83 tillfällen. Vanligast var det att eleverna gav uttryck för frustration (44 uttryck av totalt 83). Den näst vanligaste känslan var förvåning (10 av 83). Resultaten visar också att just förundran, som lektionen var utformad för att främja, inte fanns med bland de känslor som identifierades.

Tabell 2

Epistemiska känslor som uttrycktes under lektionen, beskrivning av hur dessa identifierades samt exempel på citat

Epistemiska känslor	Typiska kroppsliga och verbala uttryck	Exempelcitrat från empirin
Frustrerad	Ansiktsuttryck med rynkade pannor, intensiva gester, djupa suckar, otålig, irriterade eller kortare svar, ökad tonhöjd.	Maria: "Men snälla, jag kommer inte kunna ta med den här. Det går inte. Kolla! Jag försöker få upp den här. Det går inte himla [namn på läraren]. Det är för mycket utrymme här emellan [i pincetten]!"
Förvånad	Öppna, stora ögon, ibland följt av ett snabbt andetag eller ett utrop av förvåning. Kroppsspråket kan involvera plötsliga ryck eller oväntade rörelser. Verbala yttranden såsom wow, oj, ååå, va.	Ahmed: "Men va? Fick du 16 med <u>den</u> [lilla pincetten]? Skojar du! Jag fick 18!" Anna: "Ååå Robert, du klarade dig [trots för omgången väntad sämre pincett]!"
Nyfiken	Blicken intensivt riktad mot ett objekt eller fenomen. Kroppsspråket upprätt och engagerat. Eleven ställer frågor eller visar aktivt att hen önskar få mer information.	Lärare: "Och nu ska ni få se vilka vackra näbbar vi har." (...) John: "Vad har ni gjort med dem [näbbarna]?"
Förväntansfull	Ett leende, öppen kroppshållning, snabba rörelser eller positiva kommentarer. Verbala yttranden såsom: det här kommer att bli spännande!	Anna: "Finns det något här under [duken]?" Lärare: "Ja, vi ska se vad [vilken mat] som kan finnas här under." Anna: "Ååå tjena vad kul, lägg av. Den <u>här</u> gången kommer det nog gå bra för mig."
Stolt	Ett leende, rak hållning, applåderar, ögonen lyser upp. Verbala yttrande där eleven uttrycker glädje, tillfredsställelse, självförtroende eller positiva kommentarer om sin egen insats.	John: "Du skulle ha sett min [näbb], de [nötterna] gled av. Men sen kunde jag ta så <u>här</u> , två och två. (...) Jag fick tio! Jag är jättenöjd!" Ahmed: "50! Jag fick 50! 50, jada 50!"
Konfunderad	Rynkade ögonbryn, frågande ansiktsuttryck, eller huvudskakning. Tvekande kroppsspråk, eleven söker ökad klarhet, exempelvis genom att ställa frågor eller be om förklaringar.	Lärare: "Och ni får 30 sekunder att äta så mycket som ni kan." John: "Ska vi <u>äta</u> ?" Lärare: "Fåglarna ska äta. Lev dig in i rollen nu."

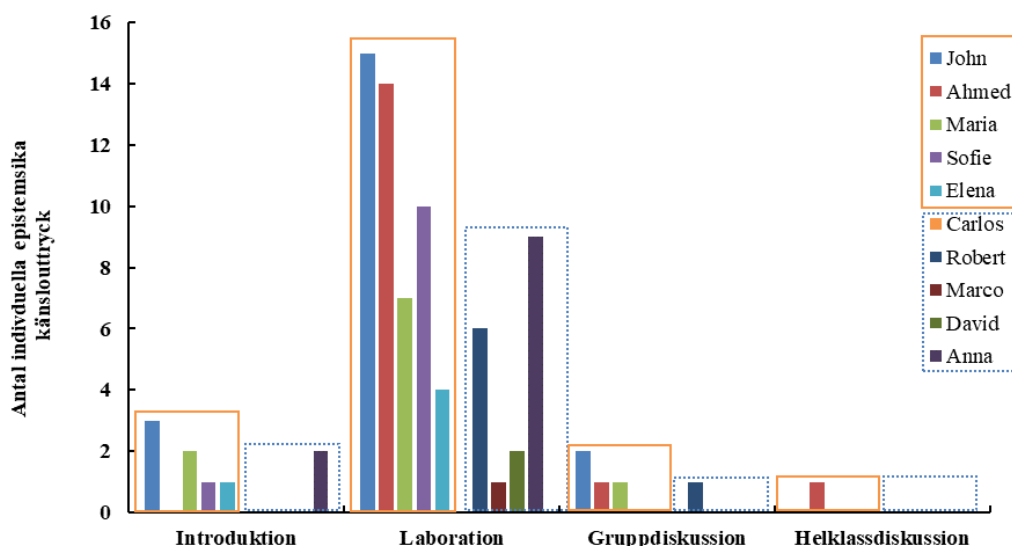
Not: Känslorna är presenterade i fallande ordning efter hur vanliga de var. De understrukna orden i exempelcitaten indikerar att eleverna betonade dessa ord.

En betydande variation i känslouttryck per elev

Majoriteten av eleverna (90%) uttryckte vid något tillfälle under lektionen en epistemisk känsla. Samtidigt fanns en betydande variation av känslouttryck per elev. I figur 2 framgår det hur vissa elever endast uttryckte känslor vid ett eller ett par tillfällen, samtidigt som andra elever registrerades för upp till tjugo uttryck. Figur 2 bygger på de kategoriseringar som presenteras i tabell 2, där epistemiska känslor definieras och exemplifieras genom typiska kroppsliga och verbala uttryck från empirin. Exempelvis uttrycker Marco från grupp B bara en epistemisk känsla – stolthet – i samband med lektionen. Det står i kontrast till John i grupp A, som dels uttryckte samtliga identifierade epistemiska känslotyper, fördelat på över 20 tillfällen. Ahmed, också i grupp A, utmärkte sig från resten av eleverna genom att återkommande ge uttryck för frustration.

Figur 2

Fördelning av individuella känslouttryck i elevgrupp A (heldragen orange linje) och elevgrupp B (streckad blå linje) under respektive lektionsfas



Eleverna skapar mening om konkurrens, variation, art samt miljö och anpassning

Eleverna skapade mening i huvudsak om fyra centrala evolutionära begrepp: konkurrens, variation, art samt anpassning till miljön (tabell 3). Elevernas resonemang handlade oftast om variation (35 uttryck av totalt 127), ofta kopplat till begreppet konkurrens. Till exempel om hur fåglarnas näbbar varierade och de konsekvenser detta kunde ha för konkurrenssituationen.

Tabell 3

Evolutionära begrepp som eleverna på ett implicit eller explicit sätt skapar mening om, beskrivningar av hur begreppen identifierades med ord, gester och känslouttryck samt exempelcitat

Evolutionärt begrepp	Beskrivning	Exempelcitat från empirin
Konkurrens	Eleverna diskuterar eller gestikulerar för att beskriva hur de, oftast i rollen som fåglar, försöker överträffa varandra, kämpar för resurser eller visar oro över att någon inte får tillräckligt med mat.	John: "Du kan ju för sjutton ta tio stycken åt gången med din näbb. Du tar ju en hel hög, så här." Robert: "Fåglarna klarar sig bättre om de har en anpassad [näbb]storlek och ett bättre grepp."
Variation	Eleverna diskuterar eller gestikulerar angående hur olika egenskaper hos fågelnäbbar, som storlek, form och grepp, resulterar i olika fördelar och nackdelar vid insamling av olika typer av föda.	Elena: "Alla näbbar har olika egenskaper. Annars kan det bli överflöd av en sorts mat och ingenting av någon annan."
Art	Eleverna diskuterar hur olika individer, med liknande egenskaper, utseenden eller beteenden, kan reproducera sig eller inte.	Carlos: "Vad innebär det att fåglarna är av samma art? Att de är så pass lika att de kan få barn och sånt?"
Anpassning till miljön	Eleverna diskuterar eller gestikulerar kring vikten av mångfald inom en population (utseende, egenskaper eller strategier) för att kunna anpassa sig till förändrade miljöer.	Elena: "Det kan bli svårare att hitta mat och det tar ganska lång tid för djur att anpassa sig till en ny miljö."

Uttryck för känslor och meningsskapande får olika utrymme i olika lektionsfaser

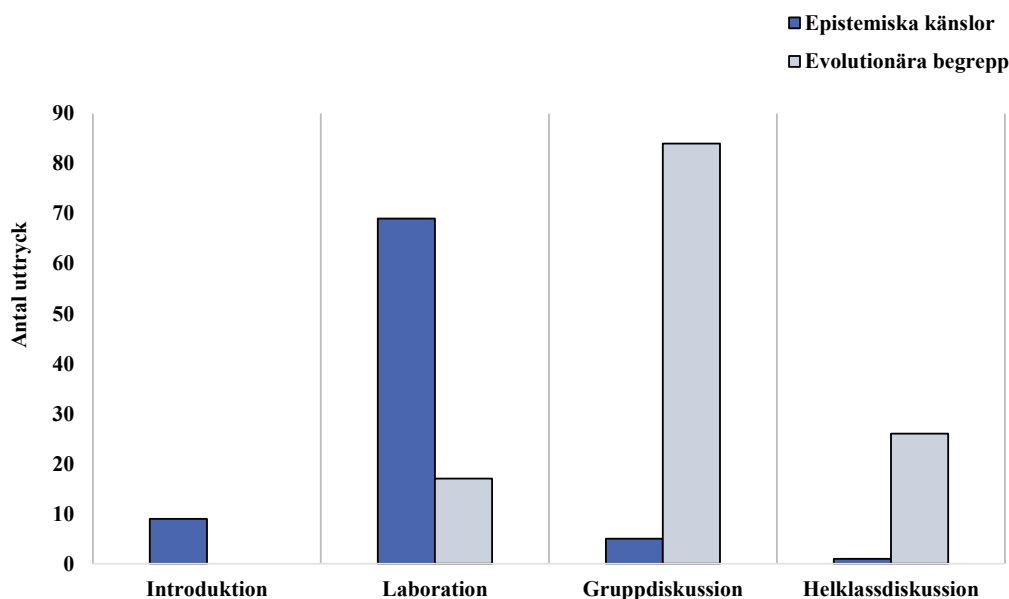
Eleverna gav främst uttryck för de epistemiska känslorna under den laborativa fasen (rollspel), och resonemang som behandlade evolutionära begrepp dominerade under gruppdiskussionerna (figur 3). I de följande avsnitten beskrivs dessa mönster närmare.

Introduktionen: Nyfikenhet och konfundering i samband med ett rollspel som fågel

Lektionens introduktionsfas saknade betydande inslag av både känslor och meningsskapande (figur 3). De fåtal känslor som uttrycktes var nyfikenhet och att vara konfunderad. Till exempel vill John ha mer information om näbbarna de ska använda (nyfiken, tabell 2), och Maria uttrycker en känsla av konfundering när hon konfronteras med "näbbarna" de ska använda: "Är det där en näbb?"

Figur 3

Frekvensen av elevers uttryck för epistemiska känslor (mörkblå stapel) och evolutionära begrepp (ljusgrå stapel) under lektionen Näbblabben



Introduktionen: Nyfikenhet och konfundering i samband med ett rollspel som fågel

Lektionens introduktionsfas saknade betydande inslag av både känslor och meningsskapande (figur 3). De fåtal känslor som uttrycktes var nyfikenhet och att vara konfunderad. Till exempel vill John ha mer information om näbbarna de ska använda (nyfiken, tabell 2), och Maria uttrycker en känsla av konfundering när hon konfronteras med "näbbarna" de ska använda: "Är det där en näbb?"

Laborationen (rollspel): En mångfald av känslor ger personlig upplevelse av begrepp

Under den laborativa delen (rollspelet) gav eleverna uttryck för frustration, förvåning, nyfikenhet, förväntan och stolthet i förhållande till både explicita och implicita resonemang om begreppen konkurrens och variation. Sammantaget indikerar resultaten här att eleverna under aktiviteten utvecklar en personlig anknytning till dessa begrepp genom att anta rollen som fåglar. Eleverna uttryckte till exempel frustration över en upplevd konkurrenssituation orsakad av den begränsade tilldelningen av mat. I elevernas diskussioner går det också att uttyda en begynnande insikt om hur variationer i näbbens utformning kan spela roll för möjlighet till överlevnad då de ger uttryck för att skillnaderna i plockstrategier och de egna näbbarnas storlek och utformning (variation) kan ge konkurrensfördelar eller nackdelar. Exempelvis konstaterar Sofie att hennes näbb tycks ha rätt form för att plocka maten på ön de har kommit till: "Era fåglar kommer inte att få något [någon mat]. Jag är jättehungrig!"

Ett annat exempel på denna insikt, kopplad till förväntan syns i dialogen mellan Anna och läraren då Anna inser vilken mat som finns på ön hon kommer till, och att hennes näbb är perfekt anpassad för den maten (tabell 2).

Maria uttrycker i stället frustration över att hennes näbb, i jämförelse med kompisarnas näbbar, troligen är för stor för att samla den typ av föda hon har tillgång till. Frustrationen som hon uttrycker tyder på att hon förstår att det kommer påverka hennes överlevnad negativt.

“Men snälla, jag kommer inte kunna ta med den här [näbben]. Det går inte. Kolla! Jag försöker få upp den här. Det går inte himla (...) det är för mycket utrymme här emellan!” (Maria, grupp A, laboration)

Samtidigt finns också exempel på förvåning i samband med att plockresultaten inte alltid motsvarade elevernas förväntningar. John uppmärksammar till exempel kompisens plockresultat och uttrycker förvåning över varför dennes näbbvariant inte ledde till ett bättre utfall med tanke på näbbens till synes väl anpassade form till den aktuella födan: ”Hur fick du så lite [mat], du har ju den minsta [bästa] näbben.”

Vi tolkar detta som att John börjar utveckla en fördjupad insikt om att utfallet (mängden plockad mat) kan vara påverkad av fler variabler än bara variationer i utseendet på näbben. John ger också uttryck för en personligt förankrad insikt om hur överlevnad kan vara kopplad till ett framgångsrikt utfall i samband med en konkurrenssituation då han uttrycker stolthet över sitt resultat: ”Tio, jag är jättenöjd. Jag kommer att klara mig.”

Gruppdiskussion och avslutande diskussion: Frågor om begrepp, men få känslouttryck

I båda grupperna följer gruppdiskussionerna liknande mönster: eleverna börjar med att försöka orientera sig i uppgiften som innebär att de ska ta ställning till diskussionsfrågorna (se metodavsnittet).

I Marias och Johns (grupp A) diskussioner kan man ta del av deras frustration då de försöker förstå hur de ska fylla i formuläret de har fått:

Excerpt 1 (Grupp A, gruppdiskussion)

- Maria: [Läser ur formuläret] Vilken av er var bäst på den här ön?
 Maria: Vilken ö?
 John: Eller hur, vilken ö?
 Forskare 1: Ja, det är ju de olika öarna.
 John: Alltså alla tillsammans?

När de har rätt ut vad de förväntas göra minskar frustrationen och de går vidare till att diskutera hur resultaten ska redovisas. Först efter det tar diskussioner, som reflekterar ett meningsskapande om evolutionära begrepp, fart i ett resonemang om vilka näbbar som “var bäst”. I flertalet fall kommer emellertid meningsskapandet om evolutionära begrepp fortfarande i bakgrunden för att ge plats för frustration över redovisningstekniska resonemang såsom hur svaret ska formuleras och hur ett ord stavas (grupp B):

Excerpt 2 (Grupp B, gruppdiskussion)

- Robert: Min [näbb] var ju ganska bra ändå.
 Anna: Ja, din [näbb] var bäst.
 Robert: och sen kommer Marcos och sen kommer fladdrig pincett (...)
 Anna: Det skrev vi. Pincett med räfflor [bokstaverar R, Ä, F, F, L, O, R].

Under den avslutande lärarledda diskussionen utgår läraren från samma frågor som eleverna arbetat med. Här uppstår först inte någon djupare dialog eftersom eleverna ordagrant läser upp vad de har antecknat på sina papper. Men när diskussionerna väl tar fart, dyker det upp flera

exempel på fördjupande resonemang om begreppen variation och konkurrens, ofta kopplat till känslor från sina "fågelerfarenheter" från laborationen:

Excerpt 3 (Grupp A, gruppdiskussion)

- Maria: Spelar det någon roll vilken näbb de andra har?
 Flera elever: Ja! (...)
 John: För en har ju en gigantisk näbb, och kan bara [skrapar med handen mot sig].
 Sofie: Ja, då kan en fågel äta mer och det blir inget kvar till de andra.

På liknande sätt utvecklar Anna sin tidigare kommentar om att näbbar kan vara olika bra genom att koppla detta till begreppen variation och konkurrens:

"Det är bra om det finns variation [inom arten] för om det bara skulle vara en sorts fågel som har svårt att ta upp nötter, då kan den bli av med maten för det finns fler [fåglar] som konkurrerar om maten." (Anna, grupp B, gruppdiskussion)

Läraren fångar upp detta genom att bolla vidare frågan i klassen:

Excerpt 4 (Helklassdiskussion)

- Läraren: Precis. David, vad skrev ni på femman?
 David: Varje näbb har olika egenskaper.
 Läraren: Ja, precis. Vad skrev du Elena?
 Elena: Alla näbbar har olika egenskaper. Annars kan det bli överflöd av en sorts mat och ingenting av någon annan.

Elena kopplar även hon variation till konkurrens och i det fortsatta resonemanget ger hon också exempel på insikt om att anpassning till miljön är en gradvis process över tid: "Det kan bli svårare att hitta mat och det tar ganska lång tid för djur att anpassa sig till en ny miljö."

I materialet finns även exempel på resonemang som antyder att vissa elever har börjat att utveckla en förståelse för hur variation och förändringar i miljön kan samspela. Till exempel kopplar Ahmed samman förändringar i miljön med förändringar i fåglars överlevnadsmöjligheter:

"Vad händer om förutsättningarna ändras? Till exempel det bildas en väldig gropig ö för att det går många vildsvin där. Då åker fröna ner i groparna. Några av fåglarna kanske klarar det, andra inte." (Ahmed, grupp B, gruppdiskussion)

I motsats till dessa exempel på fördjupade resonemang om begreppen konkurrens och variation finns i materialet också exempel på hur eleverna fortfarande tycks brottas med hur begreppet art ska tolkas. I grupp A, resonerar Sofie, Maria och Ahmed kring detta:

Excerpt 5 (Grupp A, gruppdiskussion)

- Sofie: Ok, fåglar är samma art?
 Maria: Nej, det är de inte.
 Ahmed: Vad innebär det att fåglarna är samma art?
 Maria: Jaha, att vi är apor med släkten!

- Sofie: Men va? Att vi är apor med släkten (skratt)? (...)
- Maria: Fåglar är ...
- Ahmed: Människan är en art, men det finns så många olika andra släkten.

Citatet är ett ganska typiskt resonemang ur det empiriska materialet, vilket vi tolkar som att eleverna fortfarande tycks uppleva artbegreppet som diffust och svårt att förklara. I båda grupperna landar emellertid diskussionerna till slut i att artbegreppet handlar om att kunna reproducera sig. Carlos (grupp B) reflekterar till exempel över att fåglar behöver vara tillräckligt lika varandra för att kunna få avkommor: ”De är så pass lika att de kan få barn och sånt.” Medan Ahmed menar att fåglar är av samma art om de: ”Härstammar från samma fågel. De kan få barn.”

Sammanfattningsvis visar resultaten att de flesta av eleverna kunde resonera på ett djupare plan om de begrepp som de utvecklat en känslomässig och personlig relation till i samband med rollspelet. I diskussionerna om dessa begrepp engagerade sig eleverna genom att ställa följdfrågor om begreppens innehållsliga mening. De gav också mer målande beskrivningar av sina personliga, känslomässiga upplevelser av sina erfarenheter av att den egna näbbens utformning (variation) var mer eller mindre väl anpassad till att plocka upp den mat som fanns tillgänglig i den befintliga miljön, vilket i sin tur påverkade deras möjlighet till att konkurrera om födan och därmed överleva. I resultaten kan vi emellertid se att eleverna inte hade samma fördjupade resonemang om artbegreppet, ett begrepp som de inte heller hade utvecklat känslomässig och personlig relation till.

Diskussion och slutsats

Våra resultat visar att det finns en pedagogisk potential i att utforma lektioner som ger plats för elevers känslomässiga engagemang kopplat till ett specifikt lärandeinnehåll. Eleverna gav uttryck för en rad känslor som kan klassas som epistemiska, kopplade till en konkret undervisningssituation som illustrerade evolutionära processer såsom konkurrens, variation och individers anpassning till olika miljöer. Vi menar att dessa känslor fungerade som en drivkraft för lärande genom att skapa både personliga och kognitiva kopplingar till komplexa begrepp. Detta stöds av resultatet som visar att eleverna kunde resonera kring dessa begrepp på en mer fördjupad nivå. När eleverna uttryckte epistemiska känslor observerade vi ett ökat engagemang och en tydligare motivation att utforska och resonera kring innehållet på ett djupare plan. Wickman (2006) har beskrivit liknande elevreaktioner i samband med laborativt arbete som erbjudit eleverna estetiska upplevelser där känslor också bidragit till elevers meningsskapande om ett naturvetenskapligt innehåll. Våra resultat är även i linje med tidigare forskning som betonar epistemiska känslors betydelse för att elevers lärande sker på ett för dem meningsfullt sätt (Candiotto, 2019; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Vår studie ger, förutom dessa nya insikter om hur känslomässigt engagemang kan stödja elevers meningsskapande, också exempel på de metodologiska utmaningarna som finns med att designa undervisning som främjar en specifik känsla. I vårt fall var lektionen utformad för att ge plats för epistemiska känslor med ett särskilt fokus på förundran. Trots detta observerades inga uttryck för just förundran under lektionen, vilket belyser den komplexa dynamiken i känslomässiga upplevelser i ett klassrum.

Förundran – en epistemisk känsla som kräver tid, stillhet och möjlighet till agens?

Resultaten i denna studie ger en intressant inblick i komplexiteten i att planera för ett ”känslofyllt klassrum”. Våra resultat visar att eleverna uttryckte en mängd olika epistemiska känslor under lektionen, men vi kunde inte observera några tecken på förundran. I viss mån var detta oväntat då designen av Näbblabben var inspirerad och designad med utgångspunkt i samma teoretiska

ramverk (Trotman, 2014; Wolbert & Schinkel, 2021) för undervisning för förundran som vi har använt i en tidigare studie där de flesta av eleverna gav uttryck för förundran relaterat till evolutionära begrepp (Sundberg & Andersson, 2023). Den tidigare studien genomfördes i samma klass, i samarbete med samma lärare och inom samma undervisningsblock. En möjlig förklaring till att vi inte kunde se förundran hos eleverna i samband med Näbblabben skulle kunna vara att den laborativa fasen inbjöd till ett tävlingsmoment, med högt tempo då eleverna bara hade 30 sekunder på sig att plocka mat. Detta upplägg kan ha begränsat elevernas möjligheter att känna förundran. I stället kom andra epistemiska känslor som frustration, förvåning, förväntan och stolthet i förgrunden. I en självreflekterande studie med fokus på hur förundran uppstår konstateras att "Times of stress or other forms of inner pressure were hostile to the experience of awe & wonder" (Weger & Wagemann, 2021, s. 1392). Det undersökande momentet i studien av Sundberg och Andersson (2023), där samma elever gav tydligt uttryck för förundran, hade en betydligt lugnare inramning där eleverna fick möjlighet att, i egen takt och på ett valfritt sätt, utforska "evolutionära artefakter" utan tidspress eller prestationskrav. Eftersom eleverna själva fick bestämma hur undersökningarna skulle genomföras skapades även ett större handlingsutrymme något som även Trotman (2014) har föreslagit som främjande av elevers förundran i klassrummet. Vi konstaterar därför att det kan viktigt att skapa en stillsam atmosfär i klassrummet och att ge eleverna handlingsutrymme för att stimulera känslan av förundran, eftersom stress eller annan psykologisk press tycks fungera som hinder för denna känsla.

Förundran – en svårfångad känsla

Ytterligare en möjlig förklaring till att vi inte såg några uttryck av förundran under Näbblabben kan vara att förundran är en subtil och ibland inåtvänd känsla som kan vara svår att identifiera i en komplex klassrumssituation (Bjerknes m.fl., 2024). Till exempel kan äldre elever ha lärt sig att reglera sina känslouttryck i klassrummet (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Vår analys bygger på yttre observationer, såsom kroppsspråk, verbala uttryck och rörelser, vilket kan ge insikter om elevernas känslomässiga engagemang. Samtidigt är det en metodologisk begränsning att det kan vara svårt att säkert fastställa vilken specifik känsla som upplevs utan att inkludera ett förstapersonsperspektiv. För att möta denna metodologiska utmaning använde vi, i linje med Jirout och Klahr (2012), en kombination av kvalitativ innehållsanalys och multimodal interaktionsanalys vilket gav oss en detaljerad bild av elevernas kommunikativa och känslomässiga beteenden i klassrummet. Detta gjorde att vi kunde identifiera en mängd epistemiska känslor som är närliggande till förundran vilket gör det sannolikt att vi borde ha fångat upp även uttryck för förundran om de hade förekommit. En möjlighet till att öka sannolikheten för att fånga upp förundran hade varit att kombinera våra observationer med enkäter. I en studie där Jirout och Klahr (2012), jämfört styrkor och svagheter med olika metoder för att observera och beskriva epistemiska känslor, konstaterar författarna att just kombinationen av observationer och enkäter tycks ge tillförlitliga resultat i studier som riktar sig mot äldre elever. Detta stöds av att vi i vår tidigare studie kunde fånga upp elevers uttryck av förundran via loggboksanteckningar och elevintervjuer (Sundberg & Andersson, 2023). I studien från 2023 fick eleverna tid och utrymme att formulera mer djupgående personliga reflektioner i samband med loggboksanteckningar och under intervjusituationen. Detta belyser betydelsen av metodval i forskning om elevers känslor och meningsskapande.

Epistemiska känslor skapar relationer till evolutionära begrepp

Våra resultat visar att eleverna reflekterade på ett djupare plan över de begrepp som de hade skapat en personlig, fysisk och känslomässig relation till under det laborativa momentet (rollspelet).

Vår tolkning av resultaten är att upplägg där känslor och begrepp möts hjälper elever att få fördjupad förståelse för komplexa begrepp. Denna tolkning får stöd av Hadzigeorgiou (2012), som i sin studie visade att högstadiel elever både diskuterade och skapade mening om kraft, rörelse och materia på ett djupare plan, då det givits plats för förundran under lektionerna.

I våra resultat kan det vid en första anblick se ut som att elevernas meningsskapande och uttryck för känslor är skilda åt i de olika undervisningsmomenten. I figur 3 illustreras hur uttrycken för epistemiska känslor dominerar under rollspelet medan uttrycken för meningsskapande dominerar under de efterföljande diskussionerna. Vid en närmare granskning framkommer emellertid att de begrepp som eleverna diskuterar mest är konkurrens, variation och anpassningar till miljön, begrepp vars innehållsliga betydelse de, på ett mycket konkret sätt, fick uppleva under rollspelet. Även om ett djupare meningsskapande inte tydligt kunde observeras under laborationsfasen (rollspelet), argumenterar vi för att de epistemiska känslorna som laborationen framkallade, troligtvis spelade en kritisk roll för elevernas meningsskapande om dessa begrepp i den efterföljande diskussionen. Denna syn är i linje med tidigare forskning som understryker känslors betydelse för lärande (Candiotto, 2019; Hadzigeorgiou, 2012; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014; Valdesolo m.fl., 2017). Elevernas fördjupade diskussioner om begreppen konkurrens och variation kan jämföras med deras svårigheter med att diskutera artbegreppet som de inte hade fått någon personlig och känslomässig erfarenhet av under laborationen.

Sammanfattningsvis konstaterar vi att det finns många epistemiska känslor, inte bara förundran, som kan stötta elevers meningsskapande inom komplexa områden. Våra resultat exemplifierar därmed att alternativ finns till den opersonliga och enbart faktaorienterade naturvetenskapsundervisningen, som ofta antas vara den främsta orsaken till elevers brist på intresse för naturvetenskap (Bonnette m.fl., 2019; Potvin & Hasni, 2014). Våra resultat indikerar också att undervisning med plats för epistemiska känslor kan kombineras med ett fokus på ett planerat faktainnehåll. Eleverna i vår studie där lektionen var utformad för att ge plats för förundran visade stort känslomässigt engagemang under lektionen, utan att tappa fokus på det faktaorienterade innehållet.

Didaktiska implikationer

För att få in mer epistemiska känslor i skolans naturvetenskapsundervisning ser vi det som viktigt att lärare får stöd till att utveckla nya undervisningsupplägg. Våra resultat visar att det går att få vägledning från litteraturens ganska omfattande teoretiskt baserade förslag på hur epistemiska känslor kan ges plats i skolans undervisning för att främja meningsskapande riktat mot ett specifikt lärandeobjekt. Trots detta hävdar vi att konkreta vägledningar för att få in epistemiska känslor i undervisningen inte är det enda som behövs. Tidigare studier visar att lärare kan känna sig obekväma med att ge plats för vissa epistemiska känslor, särskilt förundran, i sin naturvetenskapsundervisning (Stolberg, 2008). Kärnan i upplevelsen av förundran handlar om ett möte med ens eget "icke-vetande" och en insikt om att vi aldrig kommer kunna förklara allt, vilket är en utmaning i en tids- och målstyrd skola. Att blanda in känslor i naturvetenskapsundervisning kan också riskera att man som lärare uppfattas som oseriös, av både elever och kollegor (Gilbert & Byers, 2017; Hadzigeorgiou, 2012; Wolbert & Schinkel, 2021). Detta står i kontrast till att många forskare beskriver känslan av förundran som en grundläggande del av naturvetenskapen och en viktig drivkraft för deras egen forskning (Cuzzolino, 2021; Dawkins, 2000; Einstein, 1954; Strickland, 2020). Vi konstaterar att diskussioner behöver föras om vad som inkluderas i naturvetenskapens karaktär inom lärarutbildningarna och kompetensutvecklingsinsatser riktade mot lärare i naturvetenskap i alla skolformer.

Referenser

- Anderson, C. L., Dixon, D. D., Monroy, M. & Keltner, D. (2020). Are awe-prone people more curious? The relationship between dispositional awe, curiosity, and academic outcomes. *Journal of Personality*, 88(4), 762–779. <https://doi.org/10.1111/jopy.12524>
- Bezemer, J. J. & Kress, G. R. (2015). *Multimodality, learning and communication: a social semiotic frame* (1 uppl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315687537>
- Bjerknes, A. L., Wilhelmsen, T. & Foyn-Bruun, E. (2024). A systematic review of curiosity and wonder in natural science and early childhood education research. *Journal of Research in Childhood Education*, 38(1), 50–65. <https://doi.org/10.1080/02568543.2023.2192249>
- Bonnette, R. N., Crowley, K. & Schunn, C. D. (2019). Falling in love and staying in love with science: ongoing informal science experiences support fascination for all children. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1626–1643. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1623431>
- Brady, M. (2009). Curiosity and the value of truth. I A. Haddock, A. Millar & D. Pritchard (Red.), *Epistemic value* (s. 265–283). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199231188.003.0013>
- Caiman, C. & Jakobson, B. (2022). Aesthetic experience and imagination in early elementary school science – a growth of ‘Science–Art–Language–Game’. *International Journal of Science Education*, 44(5), 833–853. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1976435>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Cain, M. L. & Orr, R. B. (2020). *Biology a global approach*. Pearson Education Limited.
- Candiotto, L. (2019). Epistemic emotions: The case of wonder. *Revista de Filosofia Aurora*, 31(54). <https://doi.org/10.7213/1980-5934.31.054.DS11>
- Cuzzolino, M. P. (2021). “The awe is in the process”: The nature and impact of professional scientists “experiences of awe”. *Science Education*, 105(4), 681–706. <https://doi.org/10.1002/sce.21625>
- Dawkins, R. (2000). *Unweaving the rainbow: Science, delusion and the appetite for wonder*. HMH.
- Dewey, J. (1910). Science as subject–Matter and as method. *Science*, 31(787), 121–127. <https://doi.org/10.1126/science.31.787.121>
- Einstein, A., Seelig, C., Bargmann, S., Unna, I. & Wolff, B. (1954). *Ideas and opinions*. Crown Publishers.
- Gail Jones, M., Nieuwsma, J., Rende, K., Carrier, S., Refvem, E., Delgado, C., Grifenhagen, J. & Huff, P. (2022). Leveraging the epistemic emotion of awe as a pedagogical tool to teach science. *International Journal of Science Education*, 44(16), 2485–2504. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2133557>
- Gilbert, A. & Byers, C. C. (2017). Wonder as a tool to engage preservice elementary teachers in science learning and teaching. *Science Education*, 101(6), 907–928. <https://doi.org/10.1002/sce.21300>
- Gottlieb, S., Keltner, D. & Lombrozo, T. (2018). Awe as a scientific emotion. *Cognitive Science*, 42(6), 2081–2094. <https://doi.org/10.1111/cogs.12648>
- Graneheim, U. H. & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2), 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>
- Göransson, A. C. (2021). *Crossing the threshold: Visualization design and conceptual understanding of evolution*. [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-173337>

- Hadzigeorgiou. (2012). Fostering a sense of wonder in the science classroom. *Research in Science Education*, 42(5), 985–1005. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9225-6>
- Hadzigeorgiou & Schulz, R. (2014). Romanticism and romantic science: Their contribution to science education. *Science & Education*, 23(10), 1963–2006. <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9711-0>
- Hookway, C. (2016). Epistemic immediacy, doubt and anxiety: On a role for affective states in epistemic evaluation. I G. Brun & U. Doguoglu (Red.), *Epistemology and emotions* (s. 51–65). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315580128>
- Hübscher, I., Vincze, L. & Prieto, P. (2019). Children’s signaling of their uncertain knowledge state: Prosody, face, and body cues come first. *Language Learning and Development*, 15(4), 366–389. <https://doi.org/10.1080/15475441.2019.1645669>
- Jewitt, C. (2009). *The Routledge handbook of multimodal analysis*. Routledge.
- Jirout, J. & Klahr, D. (2012). Children’s scientific curiosity: In search of an operational definition of an elusive concept. *Developmental Review*, 32(2), 125–160. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2012.04.002>
- Keltner, D. & Haidt, J. (2003). Approaching awe, a moral, spiritual, and aesthetic emotion. *Cognition and Emotion*, 17(2), 297–314. <https://doi.org/10.1080/02699930302297>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2014). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Studentlitteratur.
- Lindholm, M. (2018). Promoting curiosity? Possibilities and pitfalls in science education. *Science & Education*, 27, 987–1002. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0015-7>
- Meyer, J. H. F. & Land, R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines. *ISL10 Improving Student Learning: Theory and Practice Ten Years On*, 412–424.
- Morton, A. (2009). Epistemic emotions. I P. Goldie (Red.), *The Oxford handbook of philosophy of emotions* (s. 385–399). Oxford University Press.
- Paulson, S., Shiota, M. “Lani”, Henderson, C. & Filippenko, A. V. (2021). Unpacking wonder: from curiosity to comprehension. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1501(1), 10–29. <https://doi.org/10.1111/nyas.14317>
- Pekrun, R. & Linnenbrink-Garcia, L. (Red.) (2014). *International Handbook of Emotions in Education*. Routledge.
- Penuel, W. R. (2014). Emerging forms of formative intervention research in education. *Mind, Culture and Activity*, 21(2), 97–117. <https://doi.org/10.1080/10749039.2014.884137>
- Potvin, P. & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Ross P. M., Taylor, C. E., Hudges, C., Kofod, N., Whitaker, N., Lutze-Mann, L., Kofod M. & Tzioumis, V. (2010). Threshold concepts in learning biology and evolution. *Biology International*, 47, 47–52.
- Sinatra, G. M., Brem, S. K. & Evans, E. M. (2008). Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 1(2), 189–195. <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0037-8>
- Stolberg, T. L. (2008). W(h)ither the sense of wonder of pre-service primary teachers’ when teaching science?: A preliminary study of their personal experiences. *Teaching and Teacher Education*, 24(8), 1958–1964. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.05.005>
- Strickland, D. (2020). “Science is about wondering why”. Nobel Media AB.

- Sundberg, B. & Andersson, M. (2023). The role of wonder in students' conception of and learning about evolution. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 13(1), 35–61. <https://doi.org/10.26529/cepsj.1489>
- Thagard, P. & Findlay, S. (2010). Getting to Darwin: Obstacles to accepting evolution by natural selection. *Science & Education*, 19(6–8), 625–636. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9204-8>
- Tibell, L. A. E. & Harms, U. (2017). Biological principles and threshold concepts for understanding natural selection. *Science & Education*, 26(7), 953–973. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9935-x>
- Trotman, D. (2014). Wow! What if? So What?: Education and the imagination of wonder: Fascination, possibilities and opportunities missed. I K. Egan, A. Cant & G. Judson (Red.) *Wonder-Full Education*. Routledge.
- Valdesolo, P., Shtulman, A. & Baron, A. S. (2017). Science is awe-some: The emotional antecedents of science learning. *Emotion Review*, 9(3), 215–221. <https://doi.org/10.1177/1754073916673212>
- Vetenskapsrådet. (2024). *God forskningssed*. [elektronisk resurs]
- Vetenskapsrådet. (2017). *Etik i forskningen och god forskningssed*. [elektronisk resurs]
- Weger, U. & Wagemann, J. (2021). Towards a conceptual clarification of awe and wonder: A first person phenomenological enquiry. *Current Psychology*, 40, 1386–1401. <https://doi.org/10.1007/s12144-018-0057-7>
- Wickman, P.-O. (2006). *Aesthetic experience in science education: Learning and meaning-making as situated talk and action*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410615756>
- Wilmes, S. E. D. & Siry, C. (2021). Multimodal interaction analysis: a powerful tool for examining plurilingual students' engagement in science practices: Proposed contribution to RISE Special Issue: Analyzing science classroom discourse. *Research in Science Education*, 51(1), 71–91. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09977-z>
- Wolbert, L. & Schinkel, A. (2021). What should schools do to promote wonder? *Oxford Review of Education*, 47(4), 439–454. <https://doi.org/10.1080/03054985.2020.1856648>

Författarpresentationer

Magdalena Andersson

Magdalena Andersson är licentiand i naturvetenskapernas didaktik vid FontD, Linköpings universitet. Hon forskar om känslors roll i NO-undervisningen, med fokus på hur de kan användas för att öka elevers förståelse och engagemang. Hon arbetar även som NO-utvecklare i Örebro kommun.

Christina Ottander

Christina Ottander är professor i naturvetenskapernas didaktik vid Umeå universitet. Hennes forskning fokuserar betydelse av undervisningskontext för att stödja elevernas engagemang och lärande inom naturvetenskap.

Bodil Sundberg

Bodil Sundberg är professor i naturvetenskapernas didaktik Linnéuniversitetet. Hennes forskning fokuserar på hur grundskolans NO-lärare kan göra plats för förundran i sin undervisning, hur skapande uttrycksformer kan användas för att öka elevers förståelse och engagemang samt hur en röd tråd kan skapas mellan NO-undervisning i olika skolformer och stadier.