



INTERNATIONELLA STUDIER

Naturvetenskaplig begreppsförståelse

Fördjupningsrapport om elevsvar i TIMSS 2019

Nina Eliasson och
Anna-Karin Westman



Naturvetenskaplig begreppsförståelse

fördjupningsrapport om elevsvar i TIMSS 2019

Nina Eliasson och Anna-Karin Westman

Publikationen finns att ladda ner som
kostnadsfri PDF från Skolverkets webbplats:
skolverket.se/publikationer

ISBN: 978-91-7559-364-7

Grafisk produktion: AB Typoform
Illustration omslag: Lova Gren

Skolverket, Stockholm 2020

Förord

Under 2019 genomfördes den internationella studien TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). TIMSS har genomförts vart fjärde år sedan 1995 och undersöker elevers kunskaper i och attityder till matematik och naturvetenskap i årskurs 4 och 8. I TIMSS 2019 deltog Sverige för fjärde gången med årskurs 4 och för sjätte gången med årskurs 8. Skolverket ansvarar för genomförandet av TIMSS i Sverige och samarbetar med forskare som är experter inom ämnesområdena. I samband med att Skolverket publicerar en rapport med de övergripande resultaten från TIMSS 2019 har dessa forskare genomfört fördjupande analyser av resultaten för de två ämnesområdena. Dessa publiceras tillsammans med TIMSS 2019 års huvudrapport och föreliggande rapport är en av dessa.

Denna rapport fokuserar ämnesområdet naturvetenskap i TIMSS 2019 och svenska elevers svar på ett antal provuppgifter och är framtagen och författad av Nina Eliasson och Anna-Karin Westman, verksamma vid Institutionen för matematik och ämnesdidaktik, Mittuniversitetet.

Författarna svarar självständigt för de resonemang och slutsatser som framförs i rapporten.

Stockholm, december 2020

Peter Fredriksson
Generaldirektör

Maria Axelsson
Undervisningsråd

Innehåll

Förord	3
Innehåll	5
Sammanfattning	7
Inledning	8
Bakgrund	9
Kognitiva förmågor i TIMSS	9
Förmågor enligt svenska kursplaner för grundskolan och kommentarmaterial	9
Överensstämmelse mellan TIMSS och svenska kursplaner i naturvetenskap	10
Kommunikationens betydelse för naturvetenskapligt lärande	10
Vår analys av elevsvaren	12
Elevuppgifter och resultat	14
Årskurs 4	14
Årskurs 8	17
Gemensamma slutsatser och avslutande diskussion	23
Referenser	26

Sammanfattning

I den här rapporten presenteras en fördjupad analys av svenska elevsvar på fyra olika kunskapsfrågor i naturvetenskap som samlats in inom ramen för TIMSS 2019 (*Trends in International Mathematics and Science Studie 2019*). Syftet med analysen av elevsvaren är att fördjupa förståelsen för vilka kunskaper hos eleverna, innehållsliga såväl som kognitiva, som döljer sig i dessa svar. I huvudstudien rättas elevsvaren efter fastställda rättningsanvisningar som ska följas strikt av samtliga deltagarländer i TIMSS. I den här studien har vi förhållit oss friare till dessa instruktioner och har därför valt att dela in elevsvaren i kategorierna, *Rätt svar*, *Delvis rätt svar* och *Fel svar*. Därefter har vi granskat vad i svaren som är elevernas styrkor och vad som kan vara utmaningar för dem. Resultaten visar att eleverna i många fall har kunskaper inom de områden som frågorna berör men att de inte alltid når ända fram i sina förklaringar av de naturvetenskapliga fenomen eller begrepp som ryms inom frågorna. Det kan tyda på bristande förmåga att förklara och påvisa naturvetenskapliga samband eller framföra argument. Ett sätt att stärka denna förmåga hos eleverna är att i undervisning starkare betona betydelsen av skriftlig och muntlig kommunikation kring ämnesinnehållet i de naturvetenskapliga ämnena.

Inledning

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) är en av flera internationella studier om undervisning och lärande som Sverige deltar i. TIMSS mäter elevers kunskaper i och attityder till matematik och naturvetenskap för elever i årskurs 4 och årskurs 8. Proven genomförs från och med 2019 i digitalt format och består både av öppna frågor där eleven själv ska formulera sitt svar, och flervalsfrågor där eleven kan välja mellan olika svarsalternativ. Resultaten i TIMSS 2019 visar att svenska elever i årskurs 4 och 8 presterar väl över och över genomsnittet för EU och OECD i de naturvetenskapliga ämnena. I TIMSS räknas utöver biologi, fysik och kemi, även geovetenskap in i naturvetenskapen och elever i årskurs 4 presterar starkare i innehållsområdena biologi och geovetenskap än i fysik och kemi. Detsamma gäller för elever i årskurs 8.¹

Uppgifterna i TIMSS avser, utöver de innehållsliga områdena, att även mäta vilka olika kognitiva tankeprocesser, så kallade kognitiva områden, som eleverna antas använda när de löser uppgifterna. Dessa områden är *Veta*, *Tillämpa* och *Resonera* och resultaten i årskurs 4 och 8 visar att svenska elever presterar relativt lika i de kognitiva områdena. I årskurs 4 är eleverna något bättre på att *Resonera* och något sämre på att *Tillämpa*. Även i årskurs 8 är svenska elever något sämre på området *Tillämpa* i årskurs 4 men har blivit något starkare i området *Veta* sedan den förra mätningen (TIMSS 2015).²

När TIMSS genomförs i Sverige och i övriga deltagande länder och regioner rättas proven enligt strikta anvisningar för att säkerställa hög validitet och reliabilitet vilket är viktigt för att kunna göra jämförelser mellan deltagarländer och över tid. De resultat som redovisas i huvudstudien har sin grund i om elever svarat rätt eller fel på de olika frågorna men visar inte på vilka olika sätt som elever har uttryckt denna kunskap i sina svar. I den här fördjupningsrapporten redovisar vi därför resultat från en fördjupad analys av elevsvar och elevers kunskaper om några naturvetenskapliga begrepp. Vi har valt ut fyra olika kunskapsfrågor som ingick i det digitala provet i TIMSS 2019 och har där efter analyserat samtliga svenska elevsvar som lämnats på dessa frågor. Syftet med vår analys av elevsvaren är att fördjupa vår förståelse för vilka kunskaper hos eleverna, innehållsliga såväl som kognitiva, som döljer sig i dessa. Vi har närmare undersökt på vilka sätt elever svarar på dessa frågor, som innehåller olika naturvetenskapliga begrepp, och vilken typ av kunskaper som eleverna uppvisar i sina svar.

Fördjupningen kan ge en ökad kunskap om vad elever kan och vad som kan vara utmaningar för elever som ska lära sig naturvetenskap. Frågan vi ställt oss är vilka mönster vi kan se i elevernas svar.

-
1. Mer information om TIMSS 2019 och resultaten finns i TIMSS 2019 – Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv, Skolverket.
 2. Läs mer om ramverket för TIMSS i Mullis & Martin, 2017.

Bakgrund

Kognitiva förmågor i TIMSS

De kunskaper som prövas i TIMSS delas in i innehållsliga och kognitiva områden.³ De kognitiva områdena beskriver de tankeprocesser som behövs för att besvara uppgifterna. Områdena delas in i kategorierna *Veta*, *Tillämpa* och *Resonera* och är desamma för årskurs 4 och årskurs 8. Uppgifter inom kategorin *Veta* mäter elevers kunskaper om fakta, relationer, processer, begrepp och laborationsmateriel. Goda faktakunskaper gör det möjligt för eleven att mer framgångsrikt arbeta med komplexa kognitiva aktiviteter inom naturvetenskap. Uppgifter som hör till kategorin *Tillämpa* mäter elevers förmåga att använda sina faktakunskaper, kunskaper om relationer, processer, begrepp, laborationsmateriel och metoder, för att förklara sammanhang som har anknytning till undervisning och lärande av naturvetenskap. Uppgifter som hör till *Resonera* mäter elevers förmåga att resonera och dra slutsatser vid analyser av data och annan information i nya och mer komplexa situationer. För att lösa sådana uppgifter kan det krävas olika angreppssätt eller strategier. Dessa uppgifter kan också handla om att utveckla hypoteser och designa naturvetenskapliga undersökningar.

Förmågor enligt svenska kursplaner för grundskolan och kommentarmaterial

I de svenska kursplanerna för grundskolan⁴ framgår det att betydelsen av att elever utvecklar olika förmågor är central i undervisningen vilket även betonas i kursplanerna för de naturvetenskapliga ämnena. En förmåga som ska utvecklas i undervisningen är att ”använda biologins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara biologiska samband i människokroppen, naturen och samhället”. Den förmågan kräver att eleven både vet, tillämpar och resonerar. I kunskapskraven för slutet av årskurs tre står också att ”Eleven kan beskriva och ge exempel på enkla samband i naturen utifrån upplevelser och utforskande av närmiljön.” Det kunskapskravet förutsätter mestadels det som i TIMSS kallas *Veta*. Ett annat exempel från kunskapskraven är ”Eleven gör enkla observationer av årstider, namnger några djur och växter, sorterar dem efter olika egenskaper samt beskriver och ger exempel på kopplingar mellan dem i enkla näringskedjor”. I det fallet behöver eleven kunna *Tillämpa* enligt TIMSS kategorisering. Det finns också kunskapskrav som förutsätter att eleven kan det som i TIMSS benämner som *Resonera*, exempelvis ”Eleven kan berätta om ljus och ljud och ge exempel på egenskaper hos vatten och luft och relatera till egna iakttagelser.”

De tre förmågor som eleverna ska utveckla beskrivs i kursplanerna sammanfattningsvis som att elever genom undervisningen kan använda kunskaper i dessa ämnen för att granska information, kommunicera och ta ställning samt kan använda olika begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara olika fenomen. Eleverna ska även utveckla sin förmåga att genomföra systematiska undersökningar i dessa ämnen.

3. Läs mer om ramverket för TIMSS i Mullis & Martin, 2017

4. Kursplaner för grundskolan hittar du på Skolverkets hemsida.

I kommentarmaterialet till grundskolans kursplaner finns olika beskrivningar av hur eleverna ska ges möjlighet att möta en undervisning som möjliggör att de kan utveckla de olika förmågorna.⁵ I kommentarmaterialet till kursplanerna i fysik står det exempelvis att ”Med innehållet *tolkning och granskning av information med koppling till fysik, till exempel artiklar i tidningar och filmer i digitala medier*, i årskurserna 4–6, avser kursplanen att stärka elevernas förmåga att läsa och tillgodogöra sig texter som handlar om fysik och har ett naturvetenskapligt språk”.⁶ Språkets betydelse för lärandet betonas och motiveras i kommentarmaterialet. Vi kan bland annat läsa att elever genom att möta olika former av texter eller filmer i olika medier får möjlighet att utveckla sin läsförmåga, uttrycksförmåga och sitt ämnesspråk. Det är genom möjligheten att få sätta ord på och beskriva egna erfarenheter i arbetet med fysikens teoretiska och praktiska moment som de efterhand kan göra fysikens begrepp till sina egna. Skrivningarna i kommentarmaterialet för kursplanerna i biologi och kemi överensstämmer med de i fysiken.

Överensstämmelse mellan TIMSS och svenska kursplaner i naturvetenskap

Kunskapsproven i TIMSS 2019 bygger på de kompetenser och kunskaper som finns beskrivna i ramverket för TIMSS. Detta ramverk beskriver vilka områden i naturvetenskap som är viktiga att täcka in i naturvetenskap och är framtagna gemensamt av samtliga deltagarländer. Granskningar⁷ av samstämmigheten mellan de svenska kursplanerna och TIMSS visar att det TIMSS mäter stämmer relativt väl överens med de svenska styrdokumenterna i årskurs 8 för naturvetenskap. Även om stora delar av den naturvetenskapliga delen i TIMSS årskurs 4 överensstämmer med kursplanerna gäller det inte i lika hög utsträckning som för årskurs 8. Det som testas i TIMSS finns till övervägande del med i kursplanerna även om det finns undantag. En del av förklaringen till att allt som mäts i TIMSS inte finns med i svenska kursplaner är att dessa anger vad som ska ha uppnåtts i slutet av årskurs 3, 6 och 9 medan TIMSS genomförs i årskurs 4 och 8. Det kan innebära att elever som deltar i TIMSS ännu inte mött delar av ämnesinnehållet som testas i vissa frågor.

Kommunikationens betydelse för naturvetenskapligt lärande

Forskning har visat hur betydelsefull olika former av kommunikation är för lärandet inom naturvetenskap.⁸ Kommunikation sker alltid i någon form av interaktion som kan vara direkt som vid samtal eller indirekt när exempelvis en elev läser olika texter eller löser skriftliga uppgifter. Det är det aktiva deltagandet i kommunikationen om och i naturvetenskap som ger en positiv effekt på inläringen.⁹ Den naturvetenskapliga undervisningen bör därför handla om att skapa tillfällen för eleverna att delta i aktiviteter som ger möjligheter att

5. Kommentarmaterialet till kursplanerna hittar du på Skolverkets hemsida.

6. Skolverket, 2017, s. 30

7. Pettersson & Sollerman, 2016; Frändberg & Hagman, 2017.

8. Se exempelvis Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003; Kelly & Brown, 2003; Duschl & Osborne, 2002; Jurik, Gröschner & Seidel, 2013; Eliasson, Karlsson & Sørensen 2017.

9. Mortimer & Scott, 2003

öva sina färdigheter i att resonera och använda det naturvetenskapliga språket vilket kan ske tillsammans med sina lärare och klasskamrater. Forskning har också visat att elever många gånger upplever att det är svårt att lära sig skolans naturvetenskap och en förklaring kan finnas i den skillnad som finns mellan vardagliga och naturvetenskapliga sätt att förklara olika fenomen.¹⁰ För att kunna förklara något på ett vetenskapligt sätt behöver eleven ha en förståelse för den bakomliggande naturvetenskapliga förklaringen som kan vara allt annat än trivial. Genom att diskutera naturvetenskapliga begrepps betydelse och relation till varandra kan elever utveckla sitt sätt att tala om de naturvetenskapliga förklaringsmodellerna.¹¹

Vilka kognitiva förmågor som krävs för att uppnå olika kunskapsnivåer finns beskrivna på olika sätt i forskning men utgår ofta från Blooms taxonomi.¹² Grundskolans kursplaner utgår från denna forskning och beskriver på olika sätt hur eleverna ska utveckla dessa förmågor. Svanelid har granskat kursplanernas syftestexter och mål och han sammanfattar de fem viktigaste förmågorna i dessa så här.¹³

- **Analysförmåga:** Beskriva orsak och konsekvenser, föreslå lösningar, förklara och påvisa samband, växla mellan perspektiv, dra egna slutsatser.
- **Kommunikativ förmåga:** Samtala, föra diskussioner, motivera, presentera, framföra och bemöta argument.
- **Begreppslig förmåga:** Förstå innebörden av begrepp, använda dem och relatera dem till varandra.
- **Förmågan att hantera information:** Söka, samla, strukturera och kritiskt granska information, skilja mellan fakta och värderingar, avgöra källors trovärdighet.
- **Metakognitiv förmåga:** Tolka, värdera, ha omdömen, reflektera, avgöra rimligheten, välja mellan olika strategier, pröva och ompröva

Dessa förmågor inkluderar inte något specifikt ämnesinnehåll eller begrepp för de naturvetenskapliga ämnena. Men det är, vilket Svanelid påpekar, omöjligt att föra resonemang utan ämnesinnehåll eller begrepp.

10. Mortimer & Scott, 2003

11. Westman, 2013

12. Bloom, 1956

13. Svanelid, 2014

Vår analys av elevsvaren

Totalt deltar cirka 4000 elever från årskurs 4 och cirka 4000 elever från årskurs 8. Provdesignen i TIMSS är sådan att det finns fler uppgifter i provet som helhet och att varje elev svarar på en delmängd av dessa frågor.¹⁴ Det medför att det totala antalet elevsvar på varje fråga varierar något enligt designen och dessutom är beroende av hur många elever som låter bli att besvara olika frågor.

Vi har för den här studien valt ut fyra frisläppta provuppgifter i naturvetenskap, två för årskurs 4 och två för årskurs 8. Därefter har vi analyserat de svar som eleverna har lämnat på dessa frågor och som finns registrerade i databasen. Syftet har varit att undersöka hur väl eleverna lyckats besvara frågorna och för att åstadkomma detta har vi skapat bedömningsnivåer för varje uppgift utifrån bedömningsinstruktionerna i TIMSS och några typexempel av autentiska elevsvar i undersökningen. Dessa nivåer är *Felaktigt elevsvar*, *Delvis rätt elevsvar* och *Rätt elevsvar* och används för att kategorisera samtliga elevsvar. Vad som ingår i de olika nivåerna skiljer sig mellan de fyra uppgifterna beroende på vilka kunskaper som efterfrågas vilket beskrivs i anslutning till respektive uppgift. Det är viktigt att poängtera att vi inte strikt har följt de bedömningsinstruktioner som tillämpas i samband med huvudstudien i TIMSS eftersom dessa är skapade för att nå en hög överensstämmelse i hur elevsvaren bedöms i samtliga deltagarländer. Elevsvaren har därefter bedömts utifrån någon av nedanstående nivåer:

Till kategorin *Felaktigt elevsvar* hör svar där det är uppenbart att eleven på något sätt missförstår frågan. Det kan handla om att eleven misstolkar en bild som hör till frågan eller misstolkar frågans text. Ett exempel är när eleven tolkar bilden eller frågan bokstavligt och där det istället kan krävas abstrakt tänkande för att lösa uppgiften.

Svar som har kategoriserats som *Delvis rätt elevsvar* indikerar att eleven har tolkat uppgiften på det sätt som avsetts. Svaret kan vara kortfattat men ändå indikera att eleven är på rätt väg kunskapsmässigt. Svaret kan också innehålla både korrekta och felaktiga delar vilka tillsammans medför att det inte går att utesluta att eleven har viss kunskap om det som efterfrågas.

Till kategorin *Rätt elevsvar* hör i huvudsak sådana som bedöms som korrekta enligt den bedömningsinstruktion som finns för varje uppgift i TIMSS. I de fall där vi gör avvikelser från dessa bedömningsinstruktioner så beskriver vi dessa avvikelser i anslutning till presentationen av uppgifterna.

Utifrån dessa bedömningsnivåer har vi för varje uppgift sammanställt olika svarstyper och exemplifierat dessa. För de fyra uppgifterna har därefter varje elevsvar kategoriserats av oss författare oberoende av varandra. Där det efter sammanställning av kodningen har funnits delade meningar om hur en uppgift ska kategoriseras har vi resonerat oss fram till en gemensam bedömning. Överensstämmelsen efter den första bedömningsomgången var god och varierade mellan 93 procent och 98 procent.

14. Läs mer om TIMSS provdesign i den tekniska rapporten. Martin, m.fl., 2020. <http://timssand-pirls.bc.edu/publications/timss/2019-methods.html>

Eleverna genomför TIMSS-provet digitalt vilket medför att de ibland råkar trycka på fel tangenter när de skriver sina svar. Därför har de elevsvar som har valts ut här i mindre utsträckning bearbetats för att öka läsbarheten genom att vissa stavfel har korrigerats.

De uppgifter som vi har valt ut är *Levande och icke-levande* och *Kapjordekorre* från TIMSS-provet i årskurs 4 samt *Elektromagnet* och *Kompression av materia* från provet i årskurs 8. Nedan presenteras dessa elevuppgifter följt av en beskrivning av vad som ingår i de olika nivåerna som vi använt vid kategoriseringen av de olika uppgifterna samt resultat.

Elevuppgifter och resultat

Årskurs 4

Levande och icke-levande är en uppgift som hör till TIMSS ämnesområde organismers egenskaper och livsprocesser och till det innehållsliga området biologi. Det kognitiva området är Veta och eleven löser uppgiften genom att ge exempel. Här ska eleven med stöd av bilden ge två exempel på två levande saker och två icke-levande saker i bilden.

Bilden nedan visar en öken.



Nämna två **levande saker** som syns på bilden.

1.

2.

Nämna två **icke-levande saker** som syns på bilden.

1.

2.

För att lösa uppgiften behöver eleven känna till skillnader mellan vad som är levande och icke-levande i naturen. I bilden kan eleven hitta flera typer av djur och även olika sorters gröna växter. Det icke-levande i bilden finns också i flera olika former. Det finns sand, sten och berg på marken och solen och ett moln finns på himlen.

I läroplanen uttrycks inte explicit kunskapskravet att kunna identifiera liv/icke-liv, däremot finns andra skrivningar som förutsätter den kunskapen. Exempelvis är godtagbara kunskaper efter årskurs tre att "Eleven kan beskriva och ge exempel på enkla samband i naturen utifrån upplevelser och

utforskande av närmiljön. I samtal om årstider berättar eleven om förändringar i naturen och ger exempel på livscyklar hos några djur och växter.” Det centrala innehållet i kursplanen för biologi i åk 4–6 innehåller punkten ”Ekosystem i närmiljön, samband mellan olika organismer och namn på vanligt förekommande arter. Samband mellan organismer och den icke levande miljön.” Eftersom TIMSS-provet genomförs i årskurs 4 är det inte säkert att alla elever hunnit möta detta ämnesinnehåll i undervisningen.

Rättningsmanualen i TIMSS kräver att eleven ska identifiera två levande och två icke-levande inslag i bilden. Det finns också en begränsning som säger att elevsvaret inte får innehålla både ”växt” och ”buske” eller ”djur” och ”kamel”, det räknas som upprepning och är inte ett fullständigt rätt svar. I de svar som bedömts som *rätt svar* i vår undersökning har eleven identifierat två levande och två icke-levande inslag i bilden. I de fall där eleven angett två korrekta svar i den ena kategorin och ett rätt och ett felaktigt i den andra så har svaret bedömts som *delvis rätt*.

Det finns tidigare forskning som visar att elever på mellanstadiet kan ha svårt att dra gränsen mellan levande och icke-levande organismer. Exempelvis redovisar Björn Andersson (2011) resultat från en studie där fler elever anger att djur är levande än att växter är det och där ännu färre anger att ett frö är levande.

Totalt har 552 stycken svar kategoriserats. Andelen svar som bedömts som *rätt svar* omfattar i vår kategorisering 52 procent av elevsvaren, 27 procent av svaren har bedömts som *delvis rätt* och 21 procent som *felaktiga svar*.

Exempel på rätt elevsvar

Ett typiskt svar som kategoriserats som rätt är *kamel, spindel; berg, sten*. Eleven väljer några av de levande respektive icke-levande saker som är framträdande i bilden. Svaret kategoriseras som rätt både i rättningen av TIMSS och i vår undersökning.

Ett annat rätt svar är då eleven noterat icke-levande saker både på marken och i himlen. *Spindlar, Ödla; Målnen, Stenen* är ett sådant exempel.

Exempel på delvis rätt elevsvar

Det allra vanligaste är att de delvis rätta svaren består av två korrekta svar i kategorin levande, ett korrekt och ett felaktigt i kategorin icke-levande och det felaktiga är en växt. Ett exempel är svaret *ödla, en spindel; gräs, sten*. I det fallet tolkar vi det som att eleven har en viss förståelse för vad begreppet levande omfattar.

Ett annat återkommande exempel är att elever väljer växtdelen löv i kategorin icke-levande. Ett exempel är *spindel, kamel; löv, sand*. Lövet i exemplet är, liksom fröet i Anderssons (2011) studie, en växt del som många elever i vår undersökning inte identifierar som levande.

Exempel på felaktigt elevsvar

En typ av elevsvar som bedömts som *felaktigt svar* är när eleven svarat med levande varelser både i kategorin levande och icke-levande. Ett exempel är *ödla, spindel; elefant, lodjur*. De två senare saknar inte liv, men de saknas i bilden. I de fallen har eleven missförstått frågan.

Ett annat, vanligt förekommande svar som bedömts som felaktigt är när eleven anger växter i kategorin icke-levande. Den typen av svar tyder på att

eleven inte känner till omfattningen av begreppet levande. Den typen av svar stämmer också överens med resultaten i Björn Anderssons (2011) undersökning där elever något oftare anger att djur lever jämfört med att växter gör det.

Den andra frågan för årskurs 4, **Kapjordekorre**, tillhör också den innehållsliga området biologi i TIMSS-provet. Ämnesområdet berör samspelet mellan organismer och miljö. Uppgiften tillhör det kognitiva området Resonera och eleven löser uppgiften genom att resonera om hur ekorren får skydd mot solen när svansen placeras över huvudet som i bilden.



Kapjordekorrar lever i varma torra miljöer. Ibland håller de svansen över huvudet som du kan se på bilden.

Hur hjälper det här beteendet kapjordekorren att överleva?

För att lösa uppgiften behöver eleven använda flera olika kunskaper. Dels behöver eleven veta att solen och värmen är ett problem för ökenlevande djur och dels att svansen kan ge djuret den skugga som behövs. Eleven behöver också känna till att temperaturen är lägre i skuggan än i solens sken. Bilden ger en viss hjälp genom att ekorren står på ett sånt sätt att skuggan faller framför djuret.

I kursplanen för biologi står att undervisningen i åk 1–3 ska behandla ”människans upplevelser av ljus, ljud, temperatur, smak och doft med hjälp av olika sinnen.” Det centrala innehållet skulle kunna användas för att relatera till ekorren i solskenet. I kunskapskraven står att ”Eleven kan berätta om ljus och ljud och ge exempel på egenskaper hos vatten och luft och relatera till egna iakttagelser.” Dessa kunskaper kan vara till hjälp för att besvara uppgiften. Enligt TIMSS rättningsmanual ska svaret innehålla antingen att ekorren kommer undan solen, att ekorren inte blir för varm eller att svansen ger skugga. En svårighet i uppgiften kan vara att svenska elever i årskurs tre enligt läroplanen framför allt ska ha kännedom om djur och växter i sin närhet, dit kan knappast kapjordekorrar i öknen räknas. Det är trots det en stor del av eleverna som anger behov av skydd mot solen som orsaken till beteendet. Vi har valt en något annorlunda kategorisering. De svar som bedömts som *rätt* i vår kategorisering

är de svar där eleven angett att svansen är ett skydd *mot solen*. Här har vi tänkt att solen är en betydelsefull faktor i miljön och ett svar som innehåller solen är utförligare.

Totalt har 502 stycken svar kategoriserats. Andelen¹⁵ svar som bedömt som *rätt svar* omfattar i vår kategorisering 56 procent av elevsvaren, 11 procent av svaren har bedömts som *delvis korrekta* och 32 procent som *felaktiga svar*.

Exempel på rätt elevsvar

Till kategorin har vi räknat alla svar som på något sätt hänvisar till solen som orsak till beteendet. Eleven skriver till exempel *"Skyddar sig mot solens starka strålar."*, *"kanske ett solskydd"* eller *"som ett parasoll"*.

Exempel på delvis rätt elevsvar

Svar som identifierat att svansen kan göra att det blir mindre varmt har bedömts som *delvis rätt*. Ett exempel på svar i den kategorin är *"när den har svansen över sig så blir det inte så varmt"*.

Exempel på felaktigt elevsvar

Ett exempel på elevsvar som bedömts som *felaktigt svar* är när eleverna anger att svansen fungerar som kamouflage. Två sådana exempel är *"För det ser ut som stenar och smälter in i naturen"* och *"de ser ut som ett träd och då kommer ingen och äter upp de"*.

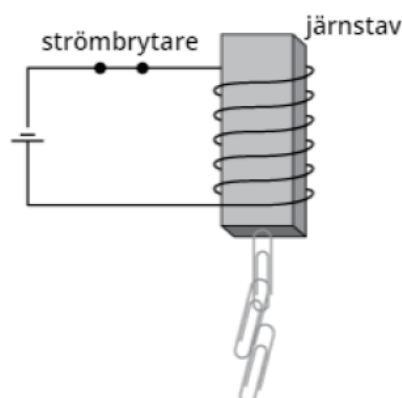
En annan svarstyp vi bedömt som felaktigt är när eleverna anger att svansen enbart ger "skydd" utan att ange vare sig sol eller temperatur. Ett exempel på det är svaret *"svansen skyddar huvudet"*. I det senare fallet skulle det kunna vara skydd mot solen men också skydd mot till exempel rovdjur.

Årskurs 8

Den första frågan som valts ut från provet i årskurs 8, **Elektromagnet**, tillhör det innehållsliga området fysik. Frågan tillhör enligt kategoriseringen i TIMSS ämnesområdet elektricitet och magnetism och den kognitiva domänen Veta.

15. En avrundningseffekt gör att andelarna inte summerar till 100 procent.

Bilden visar en elektromagnet. När strömbrytaren sluts kan elektromagneten lyfta några metallgem.



Beskriv en förändring som kan göras med elektromagneten så att den kan lyfta fler metallgem.

För att lösa uppgiften Elektromagnet behöver eleven minnas och känna igen kunskaper kring en enkel elektromagnet. I uppgiften ska eleven med stöd av bilden, föreställande ett enkelt kopplingsschema av en elektromagnet, ge ett exempel på en förändring som gör att magneten orkar lyfta fler metallgem. För att kunna lösa uppgiften behöver eleven kunna tolka bilden med strömkretsen med ledningar, strömkälla, strömbrytare, samt spole med kärna. Bilden visar att kretsen är sluten och att magneten klarar av att lyfta några metallgem. Eleven behöver också förstå själva frågan och utöver detta ha kunskaper om hur en elektromagnet fungerar och vad som påverkar dess styrka.

Elever i årskurs 4–6 ska enligt kursplanen i fysik möta undervisning som handlar om elektriska kretsar med batterier och hur de kan kopplas och användas i vardaglig elektrisk utrustning samt magneters egenskaper. I årskurserna 7–9 ska de möta undervisning om sambandet mellan elektricitet och magnetism och hur detta samband kan användas i vardaglig elektrisk utrustning. Eftersom TIMSS genomförs i årskurs 8 är det inte säkert att alla elever har hunnit möta detta innehåll i undervisningen när de svarar på frågan.

De svar som enligt TIMSS rättningsmanual ska bedömas som korrekta är att öka antalet varv av metalltråden, öka styrkan på batterierna eller antalet batterier samt alternativet att ersätta metalltråden med en som har lägre resistans. Svar som räknas som felaktiga är sådana som handlar om att öka strömmen genom järnkärnan, ersätta kärnan med en som leder ström bättre eller om eleven svarar att man ska byta till nya batterier utan att förklara varför. Här har vi valt att bedöma vaga svar som *"vira tightare"* och *"starkare ström"* som delvis rätt även fast det inte tydligt framgår att det handlar om att öka antalet varv och

därmed längd på metalltråden eller att det framkommer hur starkare ström kan åstadkommas.

Totalt har 418 elever svarat på frågan om elektromagneten. 36 procent av dessa svar bedöms vara rätt svar, 14 procent bedöms vara svar som är delvis rätt och 50 procent av svaren bedöms vara felaktigt. Uppgiften har alltså en hög svårighetsgrad.

Exempel på rätt elevsvar

I följande elevsvar har eleven angivit två av de tre möjliga svar som bedöms som korrekta enligt TIMSS: *”tråden runt järnstaven skulle kunna bli tjockare och längre, så blir magnetens starkare”*. Att tråden blir ”tjockare” betyder här att dess diameter ökar och därmed minskar dess resistans. Att tråden i sig hade varit längre hade inte varit tillräckligt för att bedömas som rätt men eftersom eleven inleder meningen med *”Tråden runt järnstaven ...”* så blir det tydligt vad eleven kan mena.

Svaret *”Man kan öka mängden el som passerar igenom elektromagneten, då kommer magnetfältet att bli starkare. Man kan snurra tråden flera varv runt om järnstaven i magneten, då kommer magneten också att bli starkare.”* innehåller också två olika delar som var för sig hade varit tillräckliga för att bedömas som rätt. Att snurra tråden flera varv runt om järnstaven är mer precist än i det förra exemplet och att öka mängden el som passerar genom elektromagneten får förstås som att strömstyrkan ökas.

Exempel på delvis rätt elevsvar

Följande elevsvar visar att eleven är på rätt väg kunskapsmässigt men inte når ända fram i sin formulering av svaret: *”Man skaffar en längre järntråd”*. Det är rimligt att anta att eleven vet att tråden behöver vara längre för att kunna åstadkomma fler varv på spolen och svaret hade behövt innehålla någon ytterligare förklaring för att visa hur en längre tråd kan bidra till att göra magneten starkare.

Flera kortfattade svar som bedöms som delvis rätt handlar på något sätt om strömkällan utan att dessa närmare förklarar varför detta gör elektromagneten starkare. Exempel på sådana svar är *”större batteri”*, *”starkare batteri”* eller *”kraftigare batteri”*.

Det sista exemplet är ett gränsfall mellan ett felaktigt svar och ett delvis rätt svar. Eleven skriver att *”Elektronerna skapar ett magnetiskt fält runt elektromagneten när dom åker genom”*. Det är uppenbart att eleven missförstått frågan och istället har beskrivit hur magnetfältet uppstår. I TIMSS-undersökningen bedöms detta svar som fel. Men, eftersom vi i denna fördjupningsrapport är intresserade av att undersöka vad elever kan om olika begrepp och fenomen har vi valt att kategorisera svaret som delvis rätt eftersom svaret visar på goda kunskaper inom området.

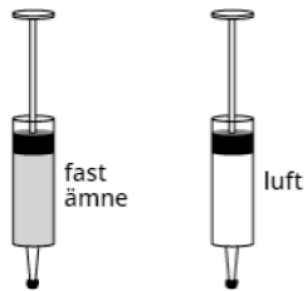
Exempel på felaktiga elevsvar

En stor andel av de felaktiga elevsvaren pekar på att dessa elever har fokuserat på figuren som hör till uppgiften mer än själva frågan. Dessa svar handlar om sådant som berör en sluten krets. Det framkommer i texten ovanför figuren att magneten kan lyfta upp några metallgem när strömbrytaren är sluten. Ett svar på detta tema är en ungefärlig upprepning av denna text: *”när strömbrytaren försluter så kan elektromagneten lyfta några metallgem”*. Andra liknande förslag

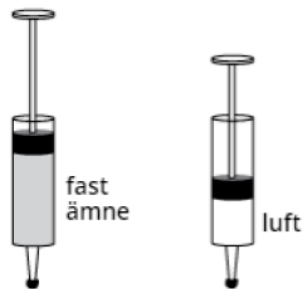
är att "den kan ha 2 strömbrytare" och "om den skulle ha varit större och om strömbrytaren hade varit större så hade de kunnat ha mer gem på sig". Andra svar handlar om den direkta funktionen hos elektromagneten: "eftersom det är en magnet, kommer den att lyfta upp magnetgemen. Men beroende av på hur stor magnetisk kraft magneten har, desto mer kan den lyfta", "Elektronerna får ström och lägger sig i samma riktning" och "för det är en magnet". De tre senare svarexemplen indikerar att eleverna kan ha missförstått frågan eller inte har kunskaper inom detta område.

Den andra uppgiften från provet i årskurs 8, **Kompression av materia**, tillhör i TIMSS innehållsliga området fysik och ämnesområdet handlar om fysikaliska tillstånd och förändringar i materia. Den kognitiva domänen är Tillämpa och för att lösa uppgiften behöver eleven kunna relatera sina kunskaper om materia och partikelmodellen till uppgiften. Även om den här uppgiften i TIMSS räknas som en fysikuppgift är partikelmodellen giltig som modell inom både fysik och kemi.

Tim fyllde två sprutor med lika stora volymer av ett fast ämne samt luft och förseglade sedan ändarna så att inget av ämnena kunde läcka ut.



Han tryckte ner sprutornas kolvar och såg följande:



Förklara vad han såg utifrån partikelavstånd i fasta ämnen och i gaser.

För att lösa denna uppgift behöver eleverna ha kunskaper om luftens och fast materias egenskaper och att luft lättare kan komprimeras än fast materia. I sina förklaringar behöver eleverna hänvisa till avstånden mellan partiklarna i de två materierna och hur avståndet mellan dessa kan förändras vid kompression. Figurtexten talar om att det i första bilden finns två sprutor med rörliga kolvar. Den ena sprutan är fylld med en volym av ett fast ämne och den andra med en lika stor volym av luft. Texten talar också om att sprutorna är täta så att inget material kan slippa ut ur sprutorna. Den undre bilden visar vad som hänt i sprutorna efter det att bägge kolvarna tryckts ned. Elevens uppgift är att förklara skillnaden mellan vad de kan observera före och efter kompressionen med stöd av partikelavståndet i fasta ämnen och i gaser.

Elever ska i slutet av årskurs 6 i ämnet kemi kunna använda en enkel partikelmodell för att beskriva och förklara materiens uppbyggnad, kretslopp och oförstörbarhet. I slutet av årskurs 9 ska de inom kemin kunna använda modellen för att beskriva och förklara materiens uppbyggnad. I fysik ska eleverna i slutet av årskurs 9 kunna använda partikelmodellen för att beskriva och förklara gasers egenskaper och fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur.

De svar som enligt TIMSS rättningsmanual ska bedömas som korrekta är svar som handlar om att i fast materia är partiklarna tätare packade och därför kan de inte komprimeras i någon högre grad till skillnad mot partiklarna i gaser som har längre avstånd mellan varandra och därmed kan komprimeras. Svar som inte handlar om skillnader i partikelavstånd bedöms som felaktiga vilket är rimligt eftersom det står i uppgiften att svaret ska ges utifrån avståndet mellan partiklarna i gaser och fasta ämnen. Här har vi bedömt svar som på något sätt utgår ifrån de olika avstånden mellan partiklarna i luften och det fasta ämnet som förklaring till att den ena sprutan har tryckts ihop som korrekta. Svar som har bedömts som delvis rätt har också i någon mån utgått ifrån partikelmodellen men eleven har bara kommit en bit på vägen i sin förklaring. En vanlig missuppfattning som framkommer i svaren är att luften och det fasta materialet kan pressas ut ur sprutorna. Har eleven ändå med partikelmodellen i sin förklaring har vi bortsett från detta missförstånd. Som felaktigt svar har vi kategoriserat sådant som bygger på en föreställning om att luften eller gasen pressas ut ur sprutan utan ytterligare förklaring, svar som gör det uppenbart att eleven miss tolkat figurerna eller frågan eller svar som är för vaga för att kunna avgöra om eleven i sitt svar uppvisar några kunskaper på området.

Totalt har 396 elever svarat på frågan om kompression av materia. 19 procent av dessa svar bedöms vara rätt svar, 21 procent bedöms vara svar som är delvis rätt och 59 procent av svaren bedöms vara felaktigt¹⁶. Också den här uppgiften har således en hög svårighetsgrad.

Exempel på rätt elevsvar

Följande tre elevsvar är exempel på hur elever i årskurs 8 på olika sätt uttrycker sig när de på ett korrekt sätt besvarar frågan rätt: *"Han såg att luft molekylerna sitter längre ifrån varandra medans det fasta ämnets molekyler sitter tätare och kan därför tryckas ihop mindre.", "I fasta ämnen så är partiklarna tätare och det gör att man inte kan pressa ihop de lika mycket medans syre så är partikelavståndet längre så då kan man pressa ihop det mer"* och *"Fasta ämnen har tätare med partiklar så de kan inte tryckas ihop lika mycket som sprutan med gas i. Gas har*

16. En avrundningseffekt gör att andelarna inte summerar till 100 procent.

mer utrymme mellan partiklarna.”. Som rättande lärare förstår vi att eleven inte bokstavigt menar att luftmolekylerna sitter fast på avstånd från varandra och att det är partiklarna i sig som är tätare. Samtliga svar handlar om olika avstånd och vilken betydelse dessa avstånd har för komprimerbarheten.

Exempel på delvis rätt svar

Följande svar påminner lite om de tre exemplen av elevsvar som bedömts som rätt ovan: *”Luft har mindre atomer än ett fast ämne. Därför kan man kompressa luft mer än det fasta ämnet.”* Det är dock något osäkert om eleven menar att luften innehåller färre atomer eller om eleven menar att själva atomerna är mindre. Hade eleven på något sätt nämnt avstånd hade svaret blivit mer lättolkat. Vår uppfattning är att eleven har kommit en god bit på väg kunskapsmässigt men ännu inte klarar av att fullt ut skriftigt återge detta. Ett liknande problem ser vi i följande förklaring: *”fasta ämnen kan inte gå nånstans för att atomerna är fast ihop”*. Här har vi kanske varit lite snälla i vår bedömning eftersom vi tolkat *”fasta ämnen kan inte gå nånstans”* som att de inte kan pressas ihop. Men det skulle också kunna vara så att eleven har missat att sprutorna är täta och att eleven istället menar att det fasta ämnet inte kan ta sig ut ur sprutan. Eftersom eleven därefter fortsätter med *”för att atomerna är fast ihop”* föll vi till föga och menar att eleven är en bit på väg utan att nå ända fram. Det tredje exemplet är ett svar där eleven utlämnat själva kompressionen och enbart beskriver skillnader i partikelavstånd mellan luften och det fasta ämnet *”Det är större partikelavstånd i luft än i det fasta ämnet”*. Eleven använder partikelmodellen i sitt svar men använder den inte för att förklara skillnaden mellan vad som kan observeras före och efter kompressionen.

Exempel på felaktiga elevsvar

Flera svar som bedömts som felaktiga handlar om att luften tar mindre plats än det fasta ämnet men eleven använder inte partikelmodellen för att förklara varför det blir så eller nämner något om att luften har komprimerats. Vi ser detta som att eleven har tolkat figuren bildligt utan att förklara varför det blir så. Exempel på sådana svar är: *”luft tar mindre plats medans de fasta ämnet tar mer plats”*. Andra tecken på att elever tolkar bilden bildligt är liknande svar: *”det han såg var att inget kom ut från kolvorna.”*

Gemensamma slutsatser och avslutande diskussion

Frågan vi ställde oss inför den fördjupade analysen av elevsvar från TIMSS var om vi kunde hitta några återkommande mönster för hur eleverna uttrycker sig när de besvarar de utvalda frågorna. Vi var särskilt intresserade av hur de eventuella mönster vi kunde hitta relaterar till de förmågor eleverna ska utveckla under sin tid i svensk grundskola.

Vi tycker oss se att våra kategorier ger upptäckbara mönster i varierande grad. Den kategorin som vi kallat rätt svar är relativt enhetlig, eleverna har förstått frågan och svarar som förväntat. Kategorin felaktiga svar innehåller bitvis intressanta mönster ur ett lärandeperspektiv men innehåller också en hel del svar i vilka eleven missförstått den ställda frågan eller fokuserat på något som inte avsågs i frågeställningen. Den kategorin som är mest intressant ur vårt perspektiv är kategorin delvis rätt. I den kategorin använder eleven relevant kunskap men når inte riktigt ända fram till ett fullständigt svar. Både de svar som är felaktiga och som är delvis rätt är intressanta i den fördjupade analysen eftersom dessa kan visa var eleven befinner sig i lärandet och vad som kan krävas i undervisningen för att nå ända fram.

Ett första mönster finns i uppgiften *Levande och icke-levande* för årskurs fyra och det berör elevernas begreppsliga förmåga. I uppgiften behöver eleverna besitta en förmåga att kunna skilja ut vad som är levande och icke-levande i bilden. Detta kan eleverna göra om det är klart vad som innefattas i de båda begreppen men i vårt material finns flera elever som inte har utvecklat den förmågan fullt ut. Begrepp kan beskrivas som dels en språklig term, ett ord. Ett begrepp har också ett begreppsinnehåll vilket säger vad som är kännetecknande för begreppet, exempelvis för allt ”levande”. Slutligen har begreppet ett begreppsomfång som innefattar allt som ryms i begreppet, exempelvis alla saker som är ”levande”. Många elever i vårt material har klart för sig att djur innefattas i begreppet medan det är betydligt färre som vet att begreppsomfånget även gäller växter. Det stämmer överens med de resultat Andersson¹⁷ sett i sin studie.

I uppgiften *Kapjordekorre* finns mönster som berör både analysförmågan och den kommunikativa förmågan¹⁸. Eleven måste förstå och uttrycka hur soljuset påverkar djuret och hur beteendet hjälper det. När elevsvaren bedöms som delvis rätt beror det ofta på att svaret inte fullt ut besvarar frågan ”hur?”. Eleverna som får delvis rätt har ofta angivit att djuret får skydd av svansen men inte på vilket sätt. En orsak kan vara att eleverna inte uppfattat att det behövs en utförligare förklaring. Det skulle också kunna bero på en bristande förmåga att förklara eller en bristande förmåga att framföra argument.

Det mönster som ses i uppgiften *Elektromagnet* liknar det i som förekommer i kapjordekorren. För att svaret ska bedömas som helt rätt krävs att eleven besitter både analysförmågan och en kommunikativ förmåga¹⁹. Eleven måste även ha en viss begreppslig förmåga för att förstå och kunna uttrycka

17. Andersson, 2011

18. Förmågorna har tidigare beskrivits i avsnittet om Kommunikationens betydelse för naturvetenskapligt lärande.

19. Förmågorna har tidigare beskrivits i avsnittet om Kommunikationens betydelse för naturvetenskapligt lärande

sambandet mellan de naturvetenskapliga begreppen magnetism och elektricitet. Eleven behöver veta att magneten blir starkare när antalet lindade varv runt spolen ökar, när resistansen i ledningen minskar eller när strömstyrkan höjs. För att svaret ska bedömas som rätt räcker det att ange ett av dessa exempel men innehållet i svaret måste kommuniceras på ett korrekt sätt. Flera av svaren som bedömts som delvis rätt har bedömts så för att de är ofullständiga. Vad man uppnår med en ”längre järntråd” eller ett ”kraftigare batteri” utreds aldrig i svaren. Precis som i föregående uppgift vet vi inte säkert vad de ofullständiga svaren beror på. Det kan bero på att eleverna inte uppfattat att det behövs en utförligare förklaring men skulle också kunna bero på en bristande förmåga att förklara och påvisa samband naturvetenskapligt eller en bristande förmåga att framföra argument.

För att besvara uppgiften *Kompression av materia* behöver eleven ha en utvecklad begreppslig förmåga²⁰, precis som i föregående uppgift. Eleven måste förstå innebörden i partikelmodellen och kunna förklara kompression hos materia med hjälp av modellen. Eleven måste också tillräckligt utförligt kunna uttrycka sina argument i svaret. I svaren ser vi att många elever är på väg mot en vedertagen naturvetenskaplig förklaring men att de inte når ända fram. ”Atomer är fast ihop” eller ”mindre atomer” är inte tillräckligt utförligt för att det ska vara klart att eleven förstått partikelmodellen. Även svaren till denna uppgift är exempel på när det inte är tydligt om eleven bedömer att svaret är tillräckligt. Det ofullständiga svaret kan vara orsakat av en bristande förmåga att förklara och påvisa samband naturvetenskapligt eller en bristande förmåga att framföra argument.

Målet med svensk skola är inte att kunna svara rätt på TIMSS-frågor men frågornas innehåll berör i hög grad samma förmågor som ska utvecklas under svenska elevers skolgång. De svar som inte bedömts som helt rätt i vår undersökning visar att eleverna inte alltid kan använda de begrepp som behövs i de naturvetenskapliga förklaringarna. I fallet med levande/icke-levande så kanske eleverna skulle behöva ytterligare sorteringsövningar och systematik. Djur, växter och svampar är förmodligen mer bekanta grupperingar än levande/icke-levande saker. Förutom detta så visar de svar som bedömts som delvis rätt eller fel i vårt material också att eleverna inte har tillräckligt utvecklad förmåga att uttrycka sina argument. Frågan om kapjordekorren vänder sig i och för sig till unga elever men flera svar visar på ett behov av att öva argumentation och kommunikation ytterligare. Svaren blir för vaga för att vi ska veta vad eleven menar. Kanske skulle en ökad betoning av skriftlig och muntlig kommunikation kunna vara ett sätt att öva upp dessa förmågor. Svaren som är delvis rätt i båda uppgifterna för årskurs åtta, *Elektromagnet* och *Kompression av materia*, visar på ett liknande mönster. Svaren saknar en fullständig naturvetenskaplig argumentation för de svar man valt. Förmågan att förklara samband mellan vad man kan se och uppleva och de naturvetenskapliga förklaringsmodellerna är ytterligare något eleverna tycks behöva öva ännu mer. Exempelvis kan discussionsuppgifter om naturvetenskapliga begrepp hjälpa elever att utveckla sitt sätt att tala om naturvetenskapliga förklaringsmodeller.

20. Förmågorna har tidigare beskrivits i avsnittet om Kommunikationens betydelse för naturvetenskapligt lärande.

På Lärportalen²¹ finns material för att utveckla undervisningen i naturvetenskap med bland annat moduler för årskurserna 4–6 och 7–9 som fokuserar på att ge elever förutsättningar att utveckla förmågan att använda naturvetenskapliga begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara samband i naturen, samhället och människokroppen. För årskurs 1–3 finns en modul för att ge eleverna förutsättning att utveckla förmågorna i de naturvetenskapliga ämnena.

Vi menar att det finns lärdomar att hämta genom att närmare studera olika elevsvar som exempelvis i TIMSS vilket vi har gjort i denna studie. Resultaten i TIMSS-provet ger information om svenska elevers prestationer på en övergripande nivå. Genom att studera svaren mer ingående får vi också information om svarens innehåll och vilka förmågor som eleverna behöver utveckla ytterligare genom stöd i undervisningen.

21. Lärportalen hittar du på <https://larportalen.skolverket.se/#/moduler/2-natur/alla/alla>

Referenser

- Andersson, B. (2011). *Att utveckla undervisning i naturvetenskap: kunskapsbygge med hjälp av ämnesdidaktik*. (1. uppl.) Studentlitteratur.
- Bloom, B. S. (1956). *Bloom's taxonomy of educational objectives, handbook 1: Cognitive domain*. David McKay Company.
- Blosser, P. E. (2000). *How to ask the right questions*. NSTA Press.
- Chin, C. (2004). Questioning students in ways that encourage thinking. *Teaching Science*, 50(4), 16-21.
- Duschl, R. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-37.
- Eliasson, N., Karlsson K. G., & Sørensen, H. (2017). The role of questions in the science classroom: How girls and boys respond to teacher's questions. *International Journal of Science Education*, vol. 39:4, ss. 433-452.
- Frändberg, B., & Hagman, M. (2017). *Med fokus på naturorienterande ämnen; En analys av samstämmighet mellan svenska styrdokument och de internationella studierna TIMSS 2015 och PISA 2015*. Skolverket.
- Jurik, V., Gröschner, A., & Seidel, T. (2013). How students characteristics affect girls' and boys' verbal engagement in physics instruction. *Learning and Instruction*, 23, 32-42.
- Kelly, G. J., & Brown, C. M. (2003). Communicative demands of learning science through technological design: Third grade students' construction of solar energy devices. *Linguistics & Education*, 13, 483-532.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and values*. Ablex.
- Linell, P. (2009). *Rethinking language, mind, and world dialogically: Interactional and contextual theories of human sense-making*. IAP.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Hämtad 20-11-25, från <http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Ashford.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hämtad 20-11-25 från Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Skolverket. (2017). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet*. (rev. uppl.). Hämtad 20-11-25, från <https://www.skolverket.se/getFile?file=4206>
- Skolverket. (2017). *Kommentarmaterial till kursplanen i biologi*. (rev. uppl.). Hämtad 20-11-25, från, <https://www.skolverket.se/getFile?file=3795>
- Skolverket. (2017). *Kommentarmaterial till kursplanen i fysik*. (rev. uppl.). Hämtad 20-11-25, från, <https://www.skolverket.se/getFile?file=3789>
- Skolverket. (2017). *Kommentarmaterial till kursplanen i kemi*. (rev. uppl.). Hämtad 20-11-25, från, <https://www.skolverket.se/getFile?file=3810>

- Skolverket. (2020) *TIMSS 2019 – Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Skolverket.
- Pettersson, A., & Sollerman, S. (2016). *Med fokus på matematik*. Skolverket.
- Svanelid, G. (2014). *De fem förmågorna i teori och praktik: boken om The Big 5* (1. uppl.). Studentlitteratur.
- Westman, A. (2013). Investigation of Peer Discussions on Genetic Concepts. *NorDina: Nordic Studies in Science Education*, vol. 9:1, ss. 82–89.

År 2019 genomfördes IEA:s internationella kunskapsundersökning TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Fokus i TIMSS är att undersöka kunskaper i och attityder till matematik och naturvetenskap hos elever i årskurs 4 och årskurs 8.

I denna rapport fokuseras resultaten i naturvetenskap och syftar till att fördjupa förståelsen för vilka kunskaper hos eleverna, innehållsliga såväl som kognitiva, som döljer sig i elevsvaren av några av kunskapsprovets uppgifter från TIMSS 2019.

Denna publikation uttrycker inte nödvändigtvis Skolverkets ställningstagande. Författare svarar självständigt för innehållet och anges vid referens till publikationen.