

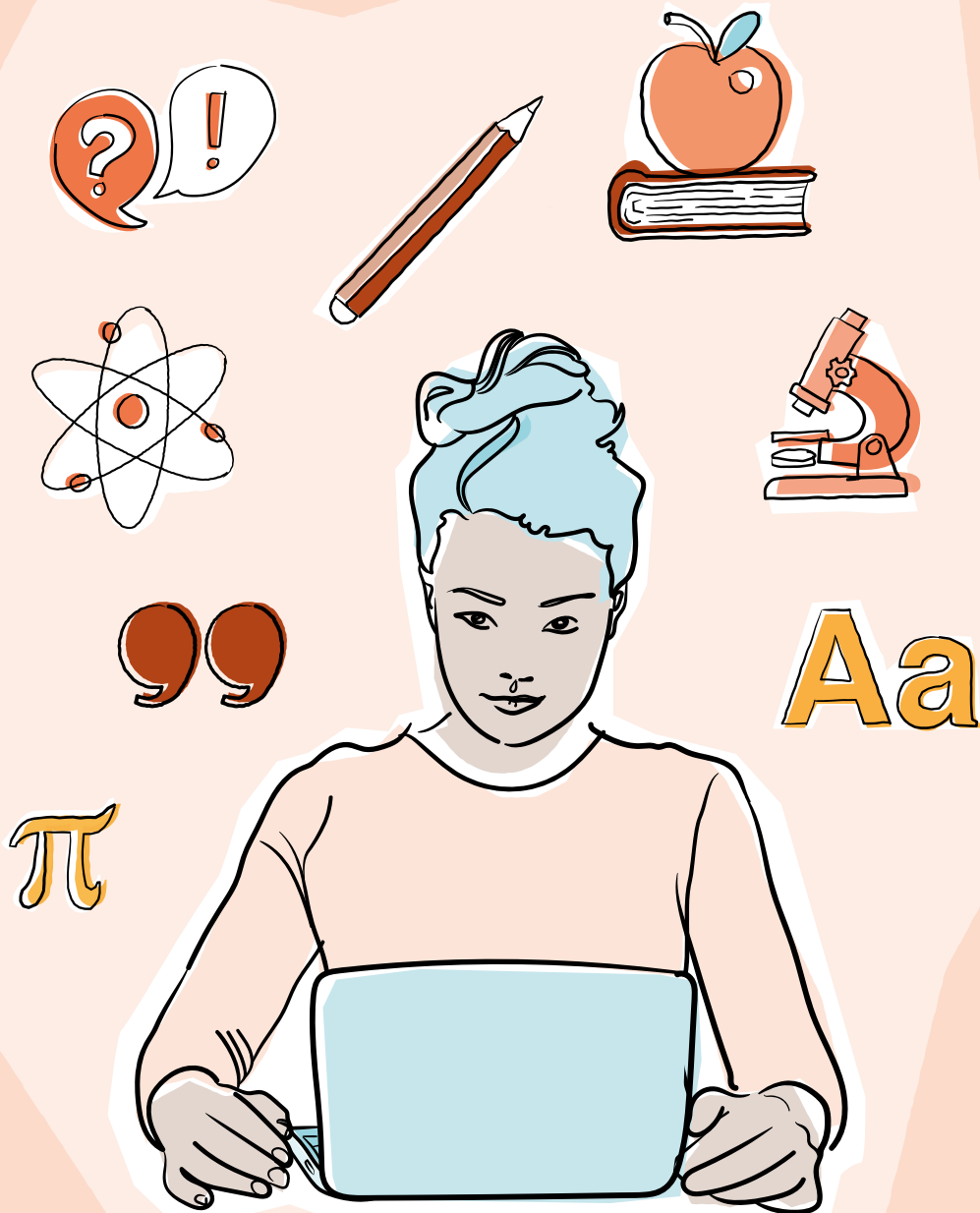


INTERNATIONELLA STUDIER

Naturvetenskap i PISA 2018

Elevers svar på epistemiska uppgifter i naturvetenskap

Frank Bach och
Ann Zetterqvist



Naturvetenskap i PISA 2018

Elevers svar på epistemiska uppgifter i naturvetenskap

Frank Bach och Ann Zetterqvist

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

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

ISBN: 978-91-7559-341-8

Grafisk produktion: AB Typoform
Illustration omslag: Lova Gren

Skolverket, Stockholm 2019

Förord

Under 2018 genomfördes den internationella studien PISA (*Programme for International Student Assessment*). PISA har genomförts vart tredje år sedan 2000 och undersöker 15-åriga elevers kunskaper i läsförståelse, matematik och naturvetenskap. Skolverket ansvarar för genomförandet av PISA i Sverige och samarbetar med forskare som är experter inom de tre ämnesområdena. I samband med att Skolverket publicerar en rapport med de övergripande resultaten från PISA 2018 har dessa forskare genomfört fördjupade analyser av ämnesområdena. Dessa publiceras samtidigt som PISA 2018 års huvudrapport och föreliggande rapport är en av dessa.

Denna rapport fokuserar ämnesområdet Naturvetenskap i PISA 2018 och är framtagen och författad av Frank Bach och Ann Zetterqvist, verksamma forskare vid Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, Göteborgs universitet. Birgitta Frändberg, vid samma institution, har bidragit med läsning och granskning av manus till rapporten.

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

Stockholm, november 2019

Peter Fredriksson
GENERALDIREKTÖR

Ellen Almgren
UNDERVISNINGSRÅD

Innehåll

Sammanfattning	6
Inledning	7
Scientific Literacy i PISA	8
Övergripande syfte med rapporten	11
Syfte med studien	12
Forskning om elevers epistemiska kunskaper	13
Syfte och forskningsfrågor	17
Metod	18
Data	18
Arbetsgång	18
Resultat	20
Tre uppgifter om att välja den bästa av två metoder	20
Tre uppgifter om att ta ställning till ett resultat eller ett försöksupplägg	23
Sammanfattande resultat och diskussion	26
Några utblickar med resultaten som bakgrund	27
Referenser	29

Sammanfattning

Den naturvetenskapliga delen av PISA prövar elevernas kunskaper utifrån tre typer av kunskap: innehållskunskap, procedurkunskap och epistemisk kunskap. Innehållskunskap rör de naturvetenskapliga begreppen, modellerna och teorierna. Procedurkunskap handlar om de metoder och praktiker som förekommer i naturvetenskap medan epistemisk kunskap istället innehåller frågor om varför experiment genomförs, karaktären hos kunskapsanspråk i naturvetenskap och betydelsen av termer som exempelvis teori, data och hypotes.

PISAs sätt att lyfta fram epistemiska kunskaper får betraktas som innovativt och intressant. Jämfört med elevers kunskaper om det naturvetenskapliga innehållet och delvis även om naturvetenskapliga metoder är elevers epistemiska kunskaper mer utforskade. Därför är de svenska elevernas svar på epistemiska uppgifter föremålet för denna rapport. Studien avgränsas till sex öppna sekretessbelagda uppgifter i PISA 2018. Med öppna menas att eleverna skriver egna svar istället för att enbart kryssa för ett alternativ. För fyra av uppgifterna kryssar de både för ett alternativ och förklarar sitt val med egna ord.

I korthet visar resultaten att en mindre andel än 50 procent av eleverna svarar på ett sätt som ger poäng och att de elever som inte erhåller några poäng för sina svar till relativt stor andel svarar på ett sätt som pekar mot att de antingen använder sin innehållskunskap eller sin procedurkunskap istället för den efterfrågade epistemiska.

Jämfört med de svenska styrdokumenterna lägger PISA större vikt vid epistemiska kunskaper som viktiga för aktiva samhällsmedborgare. Idén är att en medborgare bör ha kunskap om hur naturvetenskaplig kunskap uppstår, vilka kunskapsanspråk naturvetenskap har och kan ha, hur den etableras i vetenskapssamhället och hur det är möjligt att granska och värdera resultat från naturvetenskapliga experiment och undersökningar.

Om denna typ av kunskap är viktig som allmänbildning i samhället finns det skäl till att diskutera om det ska ägnas mer tid och större koncentration åt detta i svensk skola än vad som för närvarande är fallet. En sådan diskussion finns inte idag. Denna rapport bidrar förhoppningsvis med ett underlag som inte har funnits tidigare, för att föra en något mer ingående diskussion om värdet av epistemiska kunskaper för framtidens samhällsmedborgare.

Inledning

Vad som anses vara viktigt i skolans naturvetenskap har under senare delen av 1900-talet genomgått i huvudsak två större förändringar. Först från att före och delvis under 1950- och 1960-talen ha varit begreppsriktad till att under 1960- och 1970-talen lyfta fram naturvetenskapens karaktär och processer (Orpwood, 2001, 2007). Intresset riktades mot hur naturvetenskaperna fungerar som discipliner och de färdighetskunskaper som präglar det som kallades ”det naturvetenskapliga arbetssättet”. Denna inriktning kritiserades småningom eftersom den endast ansågs vara relevant för ett mindre antal elever, nämligen de som planerade en fortsatt utbildning inom naturvetenskap och teknik (Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman, & Eilks, 2013). De diskussioner som sedan följde och som starkt influerade förändringar i läroplaner kom bland annat att handla om ”Scientific Literacy for All”. Det innebär att vid det andra skiftet börjar man rikta uppmärksamhet utåt, mot relationerna mellan naturvetenskap, teknik och samhällsutveckling. I denna tredje period framträder tydligt frågor om naturvetenskapens roll vid demokratiska beslut och personliga val (Orpwood, 2001, 2007; Roberts, 2007).

I de svenska kursplanerna för de naturorienterande ämnena lyfts dessa tre aspekter fram, t.ex. i de tre sammanfattande punkterna i slutet av syftestexten, här illustrerad av fysikämnet (Skolverket, 2018):

- använda kunskaper i fysik för att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör energi, teknik, miljö och samhälle,
- genomföra systematiska undersökningar i fysik, och
- använda fysikens begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara fysikaliska samband i naturen och samhället.

Den första punkten hör samman med det senaste skiftet, den andra med det första skiftet och den tredje med det som ”alltid” har varit viktigt. Orpwood (2001) påpekar att det har gått lång tid mellan kursplaneförändringar till att elevernas kunskaper också prövas mot de nya aspekter som har förts in i kursplanerna. När det gäller den senaste förändringen, den som har koppling till samhällsfrågor och demokratiska beslut, menar Orpwood (ibid.) att det finns brister i hur elevernas kunskaper prövas och att goda uppgifter för att pröva detta är avgörande för den status detta innehåll kommer att få för såväl lärare som elever.

Scientific Literacy i PISA

Termen Scientific Literacy är relativt besvärlig att översätta till svenska. Ett första försök skulle kunna vara naturvetenskaplig litteracitet, men ordet litteracitet inbjuder till tolkningar som möjligen avgränsar till något som handlar om att kunna läsa och skriva. Naturvetenskap begränsas inte till, även om läs- och skrivkunnighet är avgörande, litteracitet i den avgränsade meningen. "Literacy" på engelska kan också betyda "kunnighet" mer allmänt, varför naturvetenskaplig kunnighet skulle kunna vara en möjlig översättning. En annan möjlighet är naturvetenskaplig allmänbildning. Det senare används i denna rapport.

Naturvetenskaplig allmänbildning definieras i PISA som kapacitet att engagera sig i frågor med anknytning till naturvetenskap och med naturvetenskapliga produkter och processer som en reflekterande medborgare (OECD, 2019).

En naturvetenskapligt allmänbildad person kan enligt PISA således ta sig an frågor som debatteras och som rör naturvetenskap och teknik vilket kräver kompetens att:

- **Förklara fenomen naturvetenskapligt:** Känna igen, erbjuda och värdera förklaringar för en bredd av naturvetenskapliga och tekniska fenomen och företeelser.
- **Utvärdera och utforma naturvetenskapliga undersökningar:** Att beskriva och utvärdera vetenskapliga undersökningar och föreslå sätt att ta itu med frågor på ett vetenskapligt sätt.
- **Tolka data och evidens naturvetenskapligt:** Analysera och utvärdera data, påståenden och argument i olika framställningar och dra lämpliga vetenskapliga slutsatser (ibid.).

Dessa tre kompetenser kräver kunskaper av olika slag. För att kunna förklara fenomen naturvetenskapligt krävs enligt PISA kunskaper om det naturvetenskapliga innehållet, vilket då kallas **innehållskunskap**. Detta räcker dock inte för att utvärdera och utforma vetenskapliga undersökningar eller för att tolka data och evidens vetenskapligt. Då behövs också kunskaper om hur naturvetenskaplig kunskap uppstår och hur det kan avgöras att det som kommit fram stämmer.

PISA benämner kunskap om de metoder och praktiker som förekommer i naturvetenskap för **procedurkunskap**. De kunskaper som handlar om varför experiment genomförs, karaktären hos kunskapsanspråk i naturvetenskap och betydelsen av termer som exempelvis teori, data och hypotes benämns **epistemisk kunskap** (ibid.). Ramverket som används i PISA understryker att dessa tre olika typer av kunskap behövs i alla tre komponenterna.

När det gäller de enskilda uppgifterna i PISA så är dessa enligt ramverket relaterade till:

- **Sammanhang:** Dessa berör personliga, lokala/nationella och globala frågeställningar. Hämtas från nutid och historisk tid och kräver viss förståelse av naturvetenskap och teknik/teknologi.
- **Kunskaper:** Detta innebär grundläggande fakta, förståelse av grundläggande begrepp och förklaringsmodeller. Efterfrågad kunskap berör både natur och tekniska artefakter (innehållskunskap), kunskap om hur sådan kunskap uppstår (procedurkunskap) samt förståelse av den underliggande logiska grunden för processerna och motiven för deras användning (epistemiska kunskaper).

- **Kompetenser:** De kompetenser som PISA avser här är att kunna förklara fenomen naturvetenskapligt, utvärdera och utforma naturvetenskapliga undersökningar samt tolka data och evidens naturvetenskapligt.

Kortfattat undersöker PISA hur väl elevernas kunskaper i naturvetenskap (där vissa delar av geografi ingår) och delvis i teknik, möter uppgifter som är inramade i olika sammanhang och som manifesteras genom efterfrågade handlingar (kompetenser). Både ”utvärdera och utforma naturvetenskapliga undersökningar” och ”tolka data och evidens naturvetenskapligt” kräver epistemiska kunskaper.

För att utvärdera elevernas prestationer används en skala med sex steg. Skalan konstruerades på ett sådant sätt att medelvärdet fastställdes till 500 med en standardavvikelse på 100 när PISA-undersökningarna inleddes. I tabellen nedan beskrivs vad elevprestationer inom de olika nivåerna innebär.

Tabell 1. Beskrivning av prestationsnivåer i PISA naturvetenskap¹

Nivå	Beskrivning av prestationsnivåer
6	På nivå 6 kan eleverna utnyttja en rad beslätade naturvetenskapliga idéer och begrepp från skolämnena fysik, biologi, kemi, geografi och teknik och använda innehålls-, procedur- och epistemiska kunskaper för att formulera hypoteser till förklaringar av nya vetenskapliga fenomen, händelser och processer eller för att göra förutsägelser. Vid tolkning av data och evidens kan de skilja mellan relevant och irrelevant information och dra nytta av information tillgänglig i samhället. De kan skilja mellan argument som bygger på naturvetenskapliga belägg och teori, och sådana som bygger på andra överväganden. Elever som presterar på nivå 6 kan jämföra, utvärdera och motivera olika upplägg av experiment, fältstudier eller simuleringar.
5	På nivå 5 kan eleverna använda abstrakta vetenskapliga idéer eller begrepp för att förklara okända och komplexa fenomen, händelser och processer som involverar flera orsakssamband. De kan tillämpa sofistikerad epistemisk kunskap för att utvärdera alternativa experiment och motivera sina val och använda teoretisk kunskap för att tolka information eller göra förutsägelser. Elever som presterar på nivå fem kan utvärdera olika sätt att utforska ett givet problem vetenskapligt och identifiera begränsningar i tolkningar av datamängder inklusive källor samt hur osäkerhet påverkar naturvetenskapliga data.
4	På nivå 4 kan eleverna använda komplex eller abstrakt kunskap om innehåll, som antingen tillhandahålls eller som eleverna minns, för att konstruera förklaringar av komplexa eller mindre bekanta händelser och processer. De kan genomföra experiment som involverar två eller flera oberoende variabler i ett begränsat sammanhang. De kan motivera en experimentell design genom bygger på element av procedur- och epistemisk kunskap. Elever som presterar på nivå 4 kan tolka data som dras från en måttligt komplex data-uppsättning eller mindre känt sammanhang, dra lämpliga slutsatser som går utöver uppgifterna och ger motiveringar för sina val.
3	På nivå 3 kan eleverna använda sig av måttligt komplex innehållskunskap för att identifiera eller konstruera förklaringar av bekanta fenomen. I mindre bekanta eller mer komplexa situationer kan de konstruera förklaringar med viss hjälp eller support. De kan använda sig av procedur- eller epistemisk kunskap för att utföra ett enkelt experiment i ett avgränsat sammanhang. Elever som presterar på nivå 3 kan skilja mellan naturvetenskapliga och icke-naturvetenskapliga problem och identifiera fakta som stödjer ett vetenskapligt påstående. Identifiera en lämplig vetenskaplig förklaring, tolka data och identifiera frågan som behandlas i en enkel experimentell design. De kan använda grundläggande eller vardaglig vetenskaplig kunskap för att identifiera en giltig slutsats från en enkel datauppsättning.
2	På nivå 2 kan eleverna använda sig av vardagligt kunskapsinnehåll och grundläggande procedurkunskap för att identifiera en lämplig naturvetenskaplig förklaring, tolka information och identifiera den fråga som behandlas i ett enkelt utformat experiment. De kan använda grundläggande eller vardagliga kunskaper om naturvetenskap för att identifiera en riktig slutsats baserat på enkel information. Elever som presterar på nivå 2 visar grundläggande epistemisk kunskap genom att kunna identifiera frågor som kan undersökas naturvetenskapligt.
1a	På nivå 1a kan eleverna använda grundläggande eller vardaglig innehålls- och procedurkunskap för att känna igen eller identifiera förklaringar av enkla naturvetenskapliga fenomen. Med stöd kan de genomföra strukturerade vetenskapliga undersökningar med högst två variabler. De kan identifiera enkla kausala- eller korrelationsrelationer och tolka grafiska och visuella data som kräver en låg kognitiv nivå. Elever som presterar på nivå 1a kan välja den bästa vetenskapliga förklaringen för givna data i bekanta personliga, lokala och globala sammanhang.
1b	På nivå 1b kan eleverna använda grundläggande eller vardagskunskap för att känna igen aspekter av bekanta eller enkla fenomen. De kan identifiera enkla mönster i data, känna igen grundläggande vetenskapliga termer och följa uttryckliga instruktioner för att utföra en naturvetenskaplig procedur.

1. Översatt från den engelska versionen av PISAs ramverk.

Övergripande syfte med rapporten

I PISA 2015 presterade de svenska eleverna relativt sett något sämre när det gäller ”tolka data och evidens naturvetenskapligt” och ”bedöma och utforma naturvetenskapliga undersökningar” jämfört med ”förklara fenomen naturvetenskapligt” (Skolverket, 2016). Därför är elevernas svar på uppgifter som prövar deras epistemiska kunskaper intressanta att titta närmare på. Intresset för denna typ av kunskap har, som tidigare nämnts, kommit med de senaste skiftet för vad som anses, över stora delar av världen, vara viktigt inom de naturvetenskapliga skolämnena (Orpwood, 2001, 2007; Roberts, 2007). Samtidigt konstaterar Birgitta Frändberg och Mats Hagman (2017) att, just när det gäller epistemisk kunskap, är överensstämmelsen mellan PISA och det centrala innehållet i de svenska kursplanerna för NO-ämnena relativt låg. Det är överraskande och motiverar en utvidgning av deras analys till att också omfatta de två övriga delarna i kursplanerna, syftet och kunskapskraven. I Tabell 2 redovisas en sådan analys tillsammans med den som Frändberg och Hagman (ibid.) genomförde.

Tabell 2. Epistemisk kunskap i PISA och NO-ämnena i LGR11

Exempel på epistemisk kunskap i naturvetenskap i PISA 2018	Syfte	CI*	KKr**
Olika typer av naturvetenskapliga observationer, fakta, hypoteser, modeller och teorier	Ja	Ja	Ja
Naturvetenskapens syfte och mål (att ta fram förklaringar till den fysiska omvärlden) och hur den skiljer sig från tekniken (att ta fram den bästa lösningen för mänskliga behov) och vad som utgör en naturvetenskaplig eller teknisk fråga	Delvis	Nej	Nej
Naturvetenskapens värderingar, t.ex. att vara öppen med resultat, objektivitet samt att undvika partiskhet	Nej	Nej	Nej
De typer av resonemang som används inom naturvetenskap, t. ex. deduktiva och induktiva resonemang för att komma fram till den bästa förklaringen	Nej	Nej	Nej
Hur naturvetenskapliga anspråk stöds av fakta och naturvetenskapliga resonemang	Ja	Ja	Nej
Vilken funktion olika typer av empiriska undersökningar har när ny kunskap tas fram, deras syfte (att pröva hypoteser eller identifiera mönster) och deras design (observation, kontrollerade experiment, korrelationsstudier)	Delvis	Delvis	Nej
Hur mätfel påverkar trovärdigheten i naturvetenskaplig kunskap	Nej	Nej	Nej
Användning av och den roll fysiska, system- och abstrakta modeller spelar, och deras begränsningar	Delvis	Ja	Nej
Vilken funktion samarbete och kritik har, hur kollegial granskning bidrar till att skapa tillförlitliga naturvetenskapliga påståenden	Delvis	Nej	Nej
Vilken funktion naturvetenskaplig kunskap har tillsammans med andra former av kunskap när det gäller att identifiera och lösa samhälls- och tekniska problem	Ja	Ja	Delvis

* Centralt innehåll

** Kunskapskrav

Analysen visar att epistemisk kunskap såsom beskriven i PISA i viss utsträckning förekommer i syftesdelen av kursplanen, i något mindre utsträckning i det centrala innehållet och minst i kunskapskraven. Eleverna ska alltså undervisas så att de ges förutsättningar att utveckla avgränsade aspekter av PISAs definition av epistemiska kunskaper. Däremot framstår det som att eleverna i väldigt liten omfattning ska prövas på denna typ av kunskaper enligt kunskapskraven. Om inte allt som anses viktigt i ett skolämne prövas i examinationerna finns det en risk för att det på sikt inte heller undervisas i tillräcklig stor omfattning (Kane, 2016; Orpwood, 2001, 2007).

Syfte med studien

Då epistemisk kunskap har vuxit fram som viktigt i skolans naturvetenskap relativt sent och eftersom att svenska elever 2015 presterade, relativt svagt på uppgifter som avser att pröva denna typ av kunskap i relation till hur de presterade på andra uppgifter, är det intressant att veta mer om vad elever svarar på epistemiska uppgifter.

Finns det några speciella egenskaper hos dessa svar som kan ge ledtrådar till hur sådant innehåll skulle kunna behandlas i undervisningen?

Forskning om elevers epistemiska kunskaper

Inom det kunskapsfält som innefattar elevers kunskaper om ”begrepp och utmärkande särdrag för den naturvetenskapliga kunskapsuppbbyggnadsprocessen och hur de bidrar till giltigheten i den kunskap som produceras” har det länge pågått diskussioner om definitioner, undervisningsinnehåll, arbetssätt och annat. PISA:s definition av epistemisk kunskap (bland annat som skild från procedurkunskap) och de uppgifter som är tänkta att pröva elevers epistemiska kunskaper genom att de får lösa olika ”problem” ser vi som nytänkande. Vi har inte lyckats finna några publicerade studier som tar sin utgångspunkt i elevsvar på PISAs epistemiska uppgifter och endast funnit ett fåtal analyser av elevsvar på andra liknande uppgifter.

Här redovisas några olika studier inom det omfattande kunskapsfält som ofta kallas ”Nature of science” (fortsättningsvis NOS).

I början av 1990-talet publicerades en välciterad forskningsöversikt av Norman Lederman: *Students’ and Teachers’ Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research*. Lederman redogör bland annat för den första studien där elevers uppfattningar om NOS undersöktes (Wilson, 1954). De 43 eleverna i high school som deltog (egentligen för att validera ett utvärderingsinstrument) uttryckte att naturvetenskaplig kunskap är absolut och att naturvetares uppgift är att upptäcka naturlagar och sanningar. I en annan tidig studie (Mead & Métraux, 1957) analyserades 35 000 uppsatser med ämnet ”Vad tycker du om naturvetenskap och naturvetare?”. Resultatet visade liknande resultat som Wilsons. Lederman beskriver sedan ett stort antal studier som alla pekar på att elevers kunskaper inom området har stora brister, bland annat när det gäller hur naturvetenskapliga modeller används, relationer mellan hypoteser, lagar och teorier, och mellan experiment, modeller, teorier och absolut sanning. Utifrån dessa resultat diskuteras lärarnas betydelse för elevers kunskapsutveckling och ett antal studier redovisas som tyder på att lärares kunskaper på området liksom elevernas är bristfälliga (Lederman, 1992).

Ett ofta använt instrument för att utvärdera elevers kunskaper om NOS är VOSTS: Viewpoints on Science – Technology – Society (Abd-El-Khalick, 2014; Aikenhead & Ryan, 1992) med ett hundratal flervalfrågor om NOS. Alan Ryan och Glenn Aikenhead (1992) använde delar av instrumentet för en undersökning med 2000 kanadensiska elever i årskurs 11 och 12. Resultatet var enligt författarna inte särskilt uppmuntrande, till exempel hade eleverna en instrumentell syn på naturvetenskap: att syftet är att tillfredsställa mänskliga behov, vilket däremot är syftet med teknik, och inte att generera ny kunskap för sin egen skull. I slutet av 90-talet diskuterade Norman Lederman m.fl. (1998) detta och andra instrument som använts för att utvärdera elevers kunskaper i NOS och konstaterar då med referens till ett tiotal undersökningar att elever och lärare inte har adekvata uppfattningar inom området. En liknande slutsats dras av William Sandoval m.fl. (2000). De menar att elevers uppfattningar om NOS är väl studerade och att de ser naturvetenskap som upptäckandet av fakta om världen snarare än som en process av att konstruera teorier för att försöka förklara världen.

Sandoval (2005) redovisar några år senare i en forskningsöversikt över elevers uppfattningar avseende fyra aspekter av NOS: Att naturvetenskap är skapad av människor, metoder inom naturvetenskap, kunskapsformer inom

naturvetenskap (teorier, modeller, hypoteser och lagar), samt trovärdighet inom naturvetenskap:

- 1.** Under mellanstadiet (middle school) tycks elever inte vara medvetna om att naturvetenskap är konstruerat av människor. Yngre elever uttrycker att naturvetenskapen(s teorier) finns direkt i experimentresultaten och äldre elever talar om idéer som definitivt sanna eller falska. I gymnasiet finns det dock tecken på att vissa elever har utvecklat uppfattningar om att forskare konstruerar modeller och teorier.
- 2.** Elever i alla åldrar har ofta oklara uppfattningar om vad experiment innebär och vilket syfte de har, samt relationen mellan metod och teori. Detta är inte särskilt förvånande menar författaren, bland annat finns tecken på att de flesta barn och även många vuxna inte skiljer mellan teori och evidens. Flera forskare har dock visat att barn, till och med i femårsåldern, och äldre elever faktiskt kan urskilja idéer från de experiment som skall testa idéerna. Svårigheten tycks vara att många elever inte kan definiera "experiment" och har svårt att relatera dessa till testning eller utveckling av idéer. Yngre elever verkar till exempel inte veta, före undervisning, vad syftet med experiment är.
- 3.** De flesta elever, även i gymnasiet, tycks ha uppfattningen att hypoteser, teorier och lagar är inbördes ordnade från mindre till mer bevis. Enligt eleverna är hypoteser gissningar, teorier är hypoteser som stöds av evidens och lagar har blivit obestridligt bevisade. Elever verkar se modeller i vardaglig mening, som en materiell kopia av någon aspekt av världen snarare än begreppsliga system för att förklara fenomen. Sandoval menar att man inom NO-undervisningen har ägnat sig åt att hjälpa elever att förstå relationen mellan teorier och evidens, men kanske utan tillräckligt fokus på vad det innebär att ha en teori om något, eller hur en teori skiljer sig från en lag eller en modell.
- 4.** I tonåren verkar de flesta elever anse att naturvetenskap är eller kan vara sann. Elever talar om idéer som antingen sanna eller falska. Även om man i undervisningen enligt Sandoval försöker skilja själva idéerna från deras historiska utveckling så tycks många elever tro att gamla idéer helt enkelt är felaktiga och ersätts av nyare korrekta idéer. Sandoval frågar sig om eleverna "tar med sig" dessa uppfattningar till skolan eller om NO-undervisningen bidrar till dem (Sandoval, 2005).

I en mer specifikt inriktad skriftlig undersökning med 33 amerikanska elever i årskurs sju (Sandoval & Millwood, 2007) fick eleverna frågor om forskare, bland annat kopplat till forskning om dinosaurier. Två av frågorna var: Varför samlar forskare evidens eller data? Hur kan forskarna veta att dinosaurier funnits? Enligt författarna var svaren överlag naiva och kortfattade. De vanligaste svaren på den första frågan var "att få ett svar" eller "att testa en idé". På den andra frågan nämnde majoriteten av eleverna antingen "ben" eller "fossil" och en liten grupp nämnde bara "bevis". Enligt författarna är den här typen av svar typiska för åldersgruppen och ligger i linje med andra studier.

Av betydligt senare datum är en studie av Nele Kampa m.fl. (2016) som undersökt epistemologiska uppfattningar i naturvetenskap hos nästan 5000 tyska elever i årskurs 10. Syftet var att konstruera s.k. "kunskapsprofiler". Författarna utgick ifrån fyra aspekter av NOS som slogs samman till två huvud-aspekter: Kunskapens karaktär (består av kunskapens tillförlitlighet och utveckling); Kunskapskonstruktionens karaktär (består av källor och bevis som grund för kunskapskonstruktionen). Författarna använde en skala som sammanfattas i Tabell 3.

Tabell 3. Skala för att beskriva epistemologiska uppfattningar (Kampa m fl, 2016)

Aspekt	Naiv uppfattning	Sofistikerad uppfattning
Kunskapens tillförlitlighet	Rätt eller fel	Reflekterar flera perspektiv
Kunskapens utveckling	Statisk och oföränderlig	Idéer och teorier ändras i ljuset av nya bevis
Källor till kunskapskonstruktion	Auktoriteter som lärare och forskare	Skapas av studenten själv
Bevis som stöder kunskapskonstruktion	Empiriska undersökningar och observationer	Empiriska undersökningar och observationer samt resonemang och tankearbete

Resultatet visade att fler flickor uppvisade högre grad av vad författarna kallar "sofistikerade uppfattningar". Det var också skillnad mellan skolor: $\frac{3}{4}$ av eleverna med högre grad av sofistikerade uppfattningar kom från skolor med akademiskt inriktade program.

I en relativt färsk studie redovisar Fang-Ying Yang m.fl. (2018) en undersökning där ett nytt undersökningsinstrument valideras med 459 taiwanesiska elever i årskurs 10 och 11, hälften flickor och hälften pojkar. Instrumentet som inspirerats av bland annat läsning av PISAs officiella dokument, bestod av 36 uppgifter avseende sex olika aspekter av NOS:

1. Naturvetenskaplig kunskap (hypoteser, teorier, modeller och begrepp)
2. Naturvetenskaplig verksamhet (samarbete, kommunikation, peer review, kreativitet)
3. Mätningar (mätningar och olika typer av fel och hur mätfel påverkar tillförlitligheten)
4. Modeller i naturvetenskap (syfte och användning av fysiska och abstrakta modeller)
5. Resonemang och argumentation i naturvetenskap (deduktiva, induktiva etc.)
6. Empiriska undersökningar (för att testa hypoteser eller att skapa förklaringsmodeller).

Författarna fördelar de sex aspekterna på två huvudområden: *Naturvetenskap och dess tillförlitlighet* (aspekt 1–3) och *Kunskapskonstruktion inom naturvetenskap* (aspekt 4–6). Resultatet visar att elevprestationerna över lag var högre för området som handlar om *naturvetenskapen* än i området som behandlar *kunskapskonstruktionen*. Forskarna kan inte se några könsskillnader när det gäller huvudområdena men däremot presterar flickorna bättre än pojkarna när det gäller aspekterna naturvetenskaplig verksamhet (2) respektive mätningar (3). I artikeln ges dessutom exempel på två uppgifter som Yang m.fl. (2018) använt och som påminner om de uppgifter som använts i PISA-undersökningarna:

Sunscreen

Two statements are used to account for the effect of sunscreen. In order to get good protection from UV (Ultraviolet wavelength) rays, we can either: (A) use sunscreens with a higher SPF (Sun Protection Factor) value just one time, or (B) use sunscreens with a lower SPF value repeatedly. Please answer the following questions according to the previous two statements.

- If you want to design an experiment to examine statement B, what would be the control and experimental variable(s)? Please drag and drop the variables below to the appropriate cells.

Variables: SPF, the ultraviolet wavelength, the frequency of applying sunscreen, the location of applying sunscreen, and the duration of exposure to sunlight

Independent variable (s)	
Dependent variables (s)	
- The previous two statements are (please select one category):
 - A. Evidence
 - B. Theory
 - C. Law
 - D. Observation
 - E. Claim
- When two scientists hold different opinions, what would they do to resolve the disagreement? Please list as many possible answers as you can.

Balloon Task

- Please select one option and explain your choice.
 - A. The same data set always leads to the same conclusion
 - B. Different conclusions might be drawn from the same set of data.

Please provide a thorough explanation of your choice.

To explain that "under the constant pressure of the atmosphere, hot air is lighter than cold air," Mary and John create three different models below (see the three animations).

 - According to the animations, which model can explain that under the constant pressure of the atmosphere, hot air is lighter than cold air?
 - A. A
 - B. B
 - C. C
 - Please use the model you chose to explain why a hot air balloon floats.
 - What is the function of "a scientific model" in the scientific research? Hint: I think a scientific model is used for ...
 - How do you think a scientific model is formed?
 - A. A scientific model should be drawn from the results of experiments.
 - B. A scientific model should be proposed first and then tested by experiments.
 - C. Either way is possible.

Please explain your choice in detail

Sammanfattningsvis tyder nästan 70 års forskning inom området på att både elevers och lärares epistemiska kunskaper (fortfarande) lämnar en hel del övrigt att önska (se t.ex. Lederman & Lederman, 2014).

Syfte och forskningsfrågor

En gren inom ämnesdidaktisk forskning, särskilt den som rör naturvetenskap, har under ungefär 50 år varit inriktad mot att försöka förstå och beskriva elevers förståelse av naturvetenskapliga fenomen, begrepp och förklaringsmodeller. En bakomliggande idé är att ju bättre vi förstår hur andra förstår desto bättre förutsättningar har vi att underlätta för dem vi undervisar att utveckla sin förståelse i en viss önskad riktning. Om jag som lärare vet att det är vanligt att elever utgår från att det finns syfte och mål i naturen kan sådana aspekter utgöra ett innehåll att arbeta med under evolutionsundervisningen för att introducera några grundläggande idéer om evolution som har en annan utgångspunkt. På motsvarande sätt kan jag som lärare bearbeta en idé, som kan förekomma hos elever, om att elektrisk ström kommer från en källa (t.ex. batteri) och förbrukas av till exempel en lampa genom olika exempel och experiment som en kontrast till idén om slutna krets och cirkulerande ström.

När det gäller det som PISA benämner innehållskunskap finns det en mycket stor mängd vetenskapliga studier.² Däremot är det, som tidigare nämnts, betydligt mer tunnsått, särskilt i Sverige, med studier med inriktning mot elevers epistemiska kunskaper i naturvetenskap. Av den anledningen är det mycket intressant att PISA har gjort ett rejält och innovativt försök att mäta denna typ av kunskap och att det genereras relativt stora mängder data genom att elever besvarar dessa frågor. Dock påpekar Frändberg och Hagman (2017) att de epistemiska uppgifterna i PISA inte helt täcker beskrivningen av epistemisk kunskap i PISAs ramverk.

För att generera kunskap om elevers epistemiska kunskap är det av särskilt intresse att studera de svar som inte är helt korrekta. De felaktiga eller ofullständiga svaren kan innehålla formuleringar som gör det möjligt att få mer intressant information än från de korrekta svaren. Det är också troligt att det finns rikare information från uppgifter där eleverna formulerar egna svar än från flervalsuppgifter.

I den här rapporten försöker vi besvara frågan: vad karakteriserar de egenformulerade "felsvar" elever ger på uppgifter som prövar epistemisk kunskap?

2. Ett exempel på en databas där forskningsstudier om elevers och lärares begreppsliga kunskaper: <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stese/>

Metod

Eleverna har besvarat alla PISA:s uppgifter på dator och deras svar har sparats i en databas. De svar som eleverna har formulerat själva har sedan bedömts av en liten grupp med utbildade bedömare. En viss andel av elevernas svar har bedömts av samtliga bedömare i den lilla gruppen för att kontrollera att de olika bedömarna till stor del bedömer lika efter en anvisning som är lika i alla länder som deltar.

Data

Av alla uppgifter i PISA har vi valt ut sex uppgifter där eleverna ska formulera egna svar med grund i epistemisk kunskap. Det finns mellan 700 och 900 svar på varje sådan uppgift. De elevsvar som har bedömts vara korrekta har lagts åt sidan. Antalet elevsvar som har analyserats i denna studie ligger mellan 371 och 639 per uppgift.

Arbetsgång

Alla svar som erhöll noll poäng från var och en av uppgifterna har först lästs igenom av två oberoende personer för att skapa en första uppfattning av olika karaktärsdrag i svaren. Vid genomläsningen var fokus inriktat mot vad eleverna lyfter fram i förgrunden när de svarar. Med utgångspunkt i elevernas emfaser konstruerades ett preliminärt kategorisystem för elevsvaren till varje uppgift. Varje sådant kategorisystem har sedan prövats av de två personerna, på ett begränsat antal elevsvar, för att kontrollera överensstämmelsen i kategoriseringen. Resten av elevsvaren för varje uppgift delades upp så att ungefär hälften kategoriserades av varje person.

När alla elevsvar var kategoriserade för alla uppgifter jämfördes kategorisystemen med varandra och gemensamma drag mellan kategorierna för elevsvar från olika uppgifter identifierades varefter ett gemensamt kategorisystem för de sex uppgifterna konstruerades. Detta användes för att gå igenom alla elevsvar en gång till och göra justeringar i de ursprungliga kategoriseringarna.

Alla elevsvar som har analyserats kommer från uppgifter som är sekretessbelagda. Detta innebär att resultatredovisningen inte får röja uppgifterna. Istället ges en beskrivning av vad uppgiften handlar om och vad den avser att pröva elever mot. I Tabell 4 visas de uppgifter som har använts.

Tabell 4. Beskrivning av de epistemiska uppgifter som använts.

Nr	Uppgiftens inriktning	Beskrivning	Utmaning	Nivå
1	Bästa informationen	Uppgiften handlar om vilken av två försöksuppställningar som ger den bästa informationen och att ge en förklaring till det val man gjort.	Den ena försöksuppställningen (distraktorn) är i kontrollerad labmiljö.	4
2	Hypotestestning	Uppgiften handlar om vilket av två test som bäst prövar en hypotes och att ge en förklaring till det val man gjort.	Variabelkontroll.	4
3	Felsökning	Uppgiften handlar om vilken av två beskrivna metoder som kan ge ett användbart resultat/ besvara en fråga om felsökning och att ge en förklaring till det val man har gjort.	Vad är det metoden skall testa?	5
4	Populationstrend	En tabell med data presenteras. Uppgiften handlar om tabellen kan användas för att dra slutsatser om en trend.	Tabellen har för få mätvärden för att dra slutsatser om trend.	5
5	Undersökningsdesign	I ett experiment ska olika preparat jämföras. Uppgiften handlar om varför aktuell undersökningsdesign används.	Att besvara frågan ”varför denna metod?” istället för syftet med undersökningen	4
6	Experimentdesign	Uppgiften handlar om huruvida en viss experimentell design kan ge ett användbart resultat och att ge en förklaring till det val man gjort.	Att förklara varför designen fungerar.	5

Tabellen beskriver vad eleverna prövas på utan att röja själva uppgiften. I kolumnen längst till höger framgår det att samtliga uppgifter är relativt svåra, svårighetsgraden ligger på antingen nivå fyra eller fem (av sex) enligt beskrivningen i Tabell 1.

Resultat

I detta avsnitt redovisas alltså resultat från analysen av de elevsvar som fått noll poäng (ibland kallade felsvar) på sex öppna uppgifter från PISA 2018 som är konstruerade för att pröva 15-åringarnas epistemiska kunskaper (beskrivna i metodavsnittet). Inledningsvis redovisas en tabell där ett övergripande resultat av de analyserade uppgifterna framgår. Sedan redovisas resultat från varje uppgift och till sist ett sammanfattande resultat för de analyserade uppgifterna. De epistemiska uppgifterna är i genomsnitt svårare för eleverna än övriga uppgifter. Det är emellertid inte någon skillnad mellan hur svåra dessa uppgifter är för svenska elever jämfört med elever tillhörande resten av OECD.

Tabell 5. Övergripande resultat från bedömda elevsvar på de valda uppgifterna.

Uppgift	Antal bedömda elevsvar	Full poäng	Noll poäng	Procent korrekt
1. Bästa informationen	772	133	639	17
2. Hypotestestning	747	308	439	41
3. Felsökning	707	155	552	22
4. Populationstrend	810	341	469	42
5. Undersökningsdesign	712	341	371	48
6. Experimentdesign	702	100	602	14

För dessa sex uppgifter är det möjligt för ett elevsvar att erhålla maximalt en poäng. Gemensamt för uppgifterna är att det är en större andel av elevsvaren som bedömts med noll poäng än en poäng. Det är i linje med att uppgifterna ligger högt på skalan över svårighetsgrad (se Tabell 4).

Tre uppgifter om att välja den bästa av två metoder

Dessa tre uppgifter är upplagda på samma vis, eleverna svarar genom att först välja ett av två alternativ och sedan förklara sitt val.

Uppgift 1. Bästa informationen

Uppgiften innebär att eleven ska välja vilken av två olika försöksuppställningar som ger den mest användbara informationen för en grupp människor, inklusive att förklara sitt val av försöksuppställning. Utmaningen för eleven är att den försöksuppställning som ger den bästa informationen **inte** är i labmiljö utan i "utemiljö".

Ett poänggivande svar innebär att välja försöksuppställningen "utemiljö" **samt** att förklara varför resultatet blir mer användbart (eller varför försöksuppställningen "labmiljön" inte är användbar). Det är 772 elevsvar från svenska elever som har bedömts. Det är 17 procent som fått poäng och 83 procent som inte fått poäng. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6. Övergripande fördelning av de elevsvar som fått noll poäng i uppgift 1.

Kategorier av förklaringar	Antal elevsvar med noll poäng	Andel elevsvar med noll poäng (%)
Korrekt flerval utan förklaring	133	21
Korrekt flerval, men förklaringen gav inte poäng	244	38
Inkorrekt flerval utan förklaring	81	13
Inkorrekt flerval med förklaring	178	28
Ej svar	3	0
Summa	639	100

Tabell 7. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 1.

Kategorier av förklaringar	Utemiljö*	Labmiljö**	Ej val	Summa	Andel (%)
Förklarar sitt val med resonemang om själva försöksuppställningens förutsättningar och procedurer	44	126		170	27
Förklarar sitt val med resonemang om att försöksuppställningen ger god avkastning	105	25		130	21
Förklarar sitt val med allmänna resonemang om varför försöksuppställningen kan ge användbar information	36	3		39	6
Övrigt	59	24		83	13
Ej motiverat	133	81	3	214	33
Summa	377	259	3	639	100

* Korrekt alternativ

**Inkorrekt alternativ

Den vanligaste förklaringen hos de som valt det korrekta alternativet (utemiljö) men ändå inte fått poäng på uppgiften handlar om att den valda försöksuppställningen ger bättre resultat än den andra snarare än vilken försöksuppställning som ger mest användbar information och varför. De som valt felaktigt alternativ, dvs labmiljön, motiverar ofta med att labmiljön ger säkrare resultat eller är mer tillförlitlig än utemiljön. Det finns elevsvar som är ”på väg mot rätt svar”, de innehåller något argument varför det valda alternativet ger bättre information än det andra. Dessa svar ryms i kategorin ”Förklarar sitt val med allmänna resonemang om varför försöksuppställningen kan ge användbar information”.

Uppgift 2. Hypotestestning

Uppgiften går ut på att välja ett av två olika försöksupplägg för att testa en hypotes om en djurart. Ett poänggivande svar innebär att välja det där alla variabler hålls konstanta utom den som skall testas **samt** explicitgöra detta i sin förklaring.

Det är 772 svenska elevers svar som har bedömts. Det är 41 procent som fått poäng och 59 procent som fått noll poäng. Det är 11 elever som ej kryssat för något alternativ men motiverat sitt svar. Dessa har givits noll poäng. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 8. Övergripande fördelning av elevsvar som fått noll poäng i uppgift 2.

Kategori	Antal elevsvar	Andel elevsvar med noll poäng (%)
Korrekt flerval utan förklaring	87	20
Korrekt flerval, men förklaringen gav inte poäng	127	30
Inkorrekt flerval utan förklaring	67	15
Inkorrekt flerval med förklaring	138	32
Ej besvarat flerval, enbart förklaring	11	3
Ej besvarat	9	2
Summa	439	100

Tabell 9. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 2.

Kategorier av förklaringar	Jämförelse 1*	Jämförelse 2	Ej val	Summa	Andel (%)
Motiverar sitt val med resonemang om själva försöksupställningens förutsättningar och procedurer	23	39	1	63	14
Motiverar sitt val med resonemang om djurarten	48	60	6	114	26
Motiverar sitt val med allmänna resonemang om variabelkontroll	18	1	3	22	5
Övrigt	38	37	1	76	17
Ej motiverat	87	68	9	164	38
Summa	214	205	20	439	100

* Jämförelse 1 är korrekt

De vanligaste icke poänggivande förklaringarna både bland de som väljer korrekt och felaktigt alternativ fokuserar djurarten och inte försöksupställningen. Andra vanliga elevsvar som inte får poäng i båda grupperna handlar om att resonera om det diagram som finns med i uppgiften (men som inte behövs för att besvara frågan). Eleverna resonerar om diagrammet och drar ibland egna slutsatser. Även här finns det en grupp som kan anses vara ”på väg”, särskilt bland de som valt korrekt alternativ. De uttrycker mer luddigt att upplägget handlar om variabelkontroll och utgör ungefär fem procent av elevsvaren.

Uppgift 3. Felsökning

Uppgiften handlar om att välja ett (av två föreslagna) försöksupplägg för en felsökningsundersökning samt att förklara sitt val. Ett poänggivande svar handlar dels om att välja korrekt alternativ (som fokuserar rätt komponent för felsökningen vilket är en utmaning) **samt** att förklara sitt val med varför just dessa jämförelser behöver göras för att komma åt informationen.

Det är 707 svenska elevers svar som har bedömts. Det är 22 procent som fått full poäng och 78 procent som fått noll poäng. Av de som har valt korrekt alternativ är det 31 procent som fått poäng för sin motivering. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 10 och Tabell 11.

Tabell 10. Övergripande fördelning av elevsvar som fått noll poäng i uppgift 3.

Kategori	Antal elevsvar	Andel elevsvar med noll poäng (%)
Korrekt flerval utan förklaring	71	13
Korrekt flerval, men förklaringen gav inte poäng	265	48
Inkorrekt flerval utan förklaring	52	9
Inkorrekt flerval med förklaring	155	28
Ej besvarat	9	2
Summa	552	100

Tabell 11. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 3.

Kategorier av förklaringar	Alternativ A*	Alternativ B	Ej val	Summa	Andel (%)
Motiverar sitt val med resonemang om själva försöksupställningens förutsättningar och procedurer	103	96		199	36
Motiverar sitt val med resonemang om egenskaper hos materialet i undersökningen	17	10		27	5
Motiverar sitt val med att försöksupplägget ger den önskade informationen / det andra upplägget gör det inte	106	13		119	22
Övrigt	39	35		74	14
Ej motiverat	71	53	9	124	23
Summa	336	207	9	543	100

* Alternativ A är korrekt

De vanligaste icke poänggivande elevsvaren innefattar resonemang om det valda försöksupplägget, och ofta om att det ger ett säkert/tillförlitligt svar (i generella termer) snarare än det önskade om att förklara varför upplägget ger just den **information** som forskaren är ute efter. Det är också en del elever (av de som valt det korrekta alternativet) som har kommit en bit på väg mot rätt svar, i detta fall förklarar de (men inte tillräckligt tydligt) att den andra (felaktiga) metoden inte ger den önskade informationen eller resonerar (inte tillräckligt) om vad den korrekta metoden skall undersöka.

Tre uppgifter om att ta ställning till ett resultat eller ett försöksupplägg

Av dessa uppgifter är två öppna och en upplagd på samma sätt som de tidigare beskrivna där eleven ska välja ett av två alternativ och förklara sitt val.

Uppgift 4. Populationstrend

Uppgiften handlar om huruvida data i en tabell kan användas för att dra slutsatser om en trend avseende en djurpopulation. Utmaningen ligger i att tabellen som visar en förändring har för få mätpunkter för att man ska kunna dra slutsatser om en trend. Ett poänggivande svar är att konstatera att tabellen är otillräcklig eller att man behöver mer information för att kunna säga något om en trend.

Det är 810 svar från svenska elever som har bedömts. Av dessa är det 42 procent som fått full poäng och 58 procent som fått noll poäng. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 12.

Tabell 12. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 4.

Kategorier av förklaringar	Antal	Andel (%)
Resonemang om förutsättningar och procedurer	7	2
Resonemang om vad tabellens mätvärden innebär	370	79
Resonemang om varför tabellen är otillräcklig (men inte tillräckligt tydligt)	62	13
Tecken på att språket kan ha betydelse för "felsvaret" (dubbelkategoriserat)	(19)	(4)
Övrigt	30	6
Summa	469	100

De vanligaste förklaringarna i de elevsvar som fått noll poäng innehåller resonemang om siffrorna i tabellen, ett fokus på mätvärdenas betydelse istället för om tabellen i sig kan användas för att uttala sig om en trend. Det finns en grupp elevsvar som är inne på rätt spår och de är ofta kritiska mot tabellen, t.ex. att den är otillräcklig på olika sätt.

Det finns också elevsvar som vi uppfattar som att eleverna kan tolka uttrycket "stadig ökning" som "kraftig ökning" (snarare är "stadigt pågående") och som leder vissa mot att svara på en fråga om tabellens mätvärden snarare än trendens vara eller inte vara.

Uppgift 5. Undersökningsdesign

Uppgiften handlar om att förklara ett givet försöksupplägg (som visas i en bild), där man vill jämföra verkan av olika ämnen. Ett poänggivande svar innehåller resonemang om tillförlitlighet, t.ex. variabelkontroll eller att minska inverkan av slumpfel.

Det är 712 elevsvar från svenska elever som har bedömts. Av dessa är det 48 procent som har fått poäng och 52 procent som har fått noll poäng. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 13.

Tabell 13. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 5.

Kategorier av förklaringar	Antal	Andel (%)
Resonemang om själva försöksupställningen	120	32
Resonemang om syftet med undersökningen	87	24
Allmänna resonemang om säkrare resultat	46	12
Övrigt	118	32
Summa	371	100

Bland de elevsvar som har fått noll poäng är det vanligt att eleverna försöker förklara upplägget av själva undersökningen (upplägget är komplext, visas i en bild och är därmed förmodligen inbjudande för kommentarer och resonemang). Andra vanliga elevsvar som fått noll poäng handlar om att fokusera det bakomliggande syftet med undersökningen, att jämföra och ta reda på "vad som

är bäst” istället för att svara på frågan om **varför** försöksupplägget används. En grupp elevsvar som kan anses vara ”på väg” uttrycker mer luddigt att upplägget handlar om att få säkrare resultat och göra fler test.

Uppgift 6. Experimentdesign

Uppgiften handlar om huruvida en föreslagen experimentell design kan hjälpa en forskare att avgöra ett kemiskt problem. Ett poänggivande svar innebär att bejaka den experimentella designen **samt** att ge en relevant förklaring som innefattar att designen kombinerar flera försök på ett sätt som kan ge forskaren ett svar. Det är 702 elevsvar från svenska elever som har bedömts. Av dessa är det 14 procent som fått poäng och 86 procent som fått noll poäng.

Av de som valt korrekt alternativ är det 21 procent som fått poäng för sin förklaring. Fördelning av elevsvar med noll poäng ses i Tabell 14 och Tabell 15.

Tabell 14. Övergripande fördelning av elevsvar som fått noll poäng i uppgift 6.

Kategori	Antal elevsvar	Andel elevsvar med noll poäng (%)
Korrekt flerval utan förklaring	151	25
Korrekt flerval, men förklaringen gav inte poäng	225	37
Inkorrekt flerval utan förklaring	75	12
Inkorrekt flerval med förklaring	145	25
Inget val men förklaring	6	1
Summa	602	100

Tabell 15. Fördelning av elevsvar med noll poäng på olika kategorier i uppgift 6.

Kategorier av förklaringar	Ja*	Nej	Ej val	Summa	Andel (%)
Motiverar sitt val med allmänna resonemang om designen	94	32	1	127	21
Motiverar sitt val med resonemang om resultatet	24	78	1	103	17
På väg mot rätt svar	51	1	2	54	9
Övrigt	56	33	2	91	15
Ej motiverat	151	76	0	227	38
Summa	376	220	6	602	100

* Korrekt val

Bland de elever som valt korrekt alternativ, att designen kan hjälpa forskarna besvara frågan, och i viss mån även bland de som valt det felaktiga alternativet fokuseras inte **varför** designen hjälper forskarna. Förklaringarna handlar ofta om att ”allt prövas” eller att designen är ”symmetrisk” vilket är för generellt för att vara poänggivande. En grupp, företrädesvis bland de som valt korrekt alternativ, är på väg mot rätt svar, de förklarar mer i detalj varför designen kan ge forskaren svar men når inte ända fram.

Bland de elever som valt det felaktiga alternativet (men det förekommer även hos de som valt korrekt alternativ) dominerar motiveringar som handlar om det tänkta resultatet på experimentet, **inte** om designen. Vissa av dem påtalar brister i designen och menar att den saknar just det som experimentet skall utröna.

Sammanfattande resultat och diskussion

För de sex uppgifterna är ett gemensamt drag att mindre än hälften av elevsvaren har fått poäng, varierande mellan 14 och 48 procent. Det är i linje med att svårighetsgraderna för dessa uppgifter samtliga tillhör nivåerna 4 och 5 som beskrivs i Tabell 1. Fyra av de sex uppgifterna innefattar både ett val och en motivering/förklaring av sitt val. På dessa uppgifter är det mellan 66 och 88 procent som har valt korrekt alternativ vilket kan jämföras med att mellan 14 och 41 procent har fått poäng efter att förklaringen också har bedömts.

Efter analys av de elevsvar som gav noll poäng kan ytterligare gemensamma drag iakttagas. Det förefaller som att en relativt stor andel av eleverna svarar på en fråga som ligger dem närmare till hands och är mer konkret än de epistemiska och abstrakta frågor som PISA avser att pröva eleverna med. Det är relativt vanligt att elevernas svar inriktar sig mot det naturvetenskapliga fenomenet (innehållskunskap) eller metoden i sig (procedurkunskap) istället för vilken metod som är bäst för att pröva en hypotes och varför, eller om några specifika slutsatser går att dra från ett experiment eller ett resultat, och varför. Detta kan sammanfattas i en tabell:

Tabell 16. Sammanfattande resultat i procent av elevsvar med noll poäng

Uppgift	Procedurkunskap	Innehållskunskap	På väg	Övrigt	Ej svar
1. Bästa informationen	27	21	6	13	33
2. Hypotesttestning	14	26	5	17	38
3. Felsökning	36	5	22	14	23
4. Populationstrend	2	79	13	6	
5. Undersökningsdesign	32	24	12	32	
6. Experimentdesign	21	17	9	15	38

Det är mellan 38 procent och 81 procent av elevsvaren med noll poäng som antingen har en procedur eller innehållslig inriktning. Detta får anses vara en relativt stor andel, särskilt med tanke på att det för flera av uppgifterna är betydligt lägre andelar som är ”på väg mot” ett poänggivande svar och att det är färre än hälften, ibland betydligt färre än hälften, av eleverna som har avgett ett poänggivande epistemiskt svar. Uppgifterna ”Felsökning” och ”Populationstrend” uppvisar särskilt tydliga fördelningar där eleverna för uppgiften ”Felsökning” tycks använda procedurkunskap för att besvara frågan i betydligt större utsträckning än innehållskunskap och tvärtom för uppgiften ”Populationstrend”. I uppgiften ”Felsökning” beskrivs två olika metoder för att genomföra felsökning vilket verkar leda många elever till att diskutera metoderna i sig istället för att förklara varför metoden ger önskat utfall. I uppgiften ”Populationstrend” visas ett undersökningsresultat som handlar om en förändring av en populations hos en viss djurart. Detta tycks leda många elever till att diskutera den förändring som har bokförts i tabellen och möjliga orsaker till förändringen och inte huruvida det är möjligt att dra en slutsats om en trend.

Även för de andra fyra uppgifterna är det en viss övervikt åt att eleverna antingen ger ett svar som pekar mot att de använder procedurkunskap eller innehållskunskap i första hand, men det är inte lika utpräglat.

De elever som har bedömts vara på väg mot ett poänggivande svar tycks använda epistemisk kunskap på ett ospecifikt sätt. Det rör sig om mellan 5 och 22 procent av svaren med noll poäng, med högst andel för uppgiften ”Felsökning”.

För alla uppgifter finns också en grupp elevsvar som inte har gått att placera in i någon av de andra kategorierna. Det rör sig om mellan 6 och 32 procent av felsvaren. Det är möjligt att ett mer fingraderat kategorisystem hade kunnat leda till mindre övrigt-kategorier, men det hade varit svårt att konstruera sådana utan att röja uppgifterna.

Några utblickar med resultaten som bakgrund

Det råder inga tvivel om att epistemiska kunskaper betonas mindre i svenska styrdokument än i PISA samtidigt som PISAs uppgifter inte heller prövar den typ av epistemiska kunskaper som lyfts fram i LGR 11 (Frändberg & Hagman, 2017). Svenska elever svarar på epistemiska frågeställningar i betydande utsträckning som om det vore uppgifter som prövar innehållskunskap och/eller procedurkunskap istället för uppgifter som prövar epistemisk kunskap.

Resultaten tyder på att eleverna i ganska stor omfattning inte använder epistemiska kunskaper. Det kan finnas flera tänkbara förklaringar till detta, t.ex. att epistemisk kunskap är abstrakt. En annan tänkbar förklaring är att epistemisk kunskap inte uppmärksammas särskilt mycket i skola, styrdokument och lärarutbildning. En tredje förklaring kan vara att epistemisk kunskap inte anses vara särskilt viktig. Resultaten från denna studie kan användas för att diskutera om epistemisk kunskap (i NO-ämnena) är viktigt, t.ex. för en medborgare i ett demokratiskt samhälle eller för att utbilda bättre naturvetare och tekniker.

Tidigt i rapporten citerades Graham Orpwood (2001, 2007) där han konstaterar att det som har ansetts vara viktigt att bearbeta i undervisningen från början fokuserade de naturvetenskapliga begreppen, modellerna och teorierna för att senare också lyfta fram de naturvetenskapliga metoderna och naturvetenskapens karaktär till att på senare tid även ta med naturvetenskapens roll i samhällsfrågor och för medborgare i ett demokratiskt samhälle. PISA väljer ut sammanhang för uppgifterna som ofta anknyter till samhällsfrågor och prövar om elevernas kunskaper är funktionella i dessa sammanhang. Forskningsöversikten i denna rapport visar att PISA lyfter fram epistemiska aspekter av kunskaperna på ett sätt som annars är ovanligt, med endast ett exempel på en studie som också prövar elevernas epistemiska kunskaper (för övrigt inspirerat av PISA) (Yang m.fl., 2018). I övrigt handlar det mer om hur innehållet i naturvetenskapen kan spela en roll i demokratiska sammanhang (se t.ex. Roberts, 2007) och om elevers uppfattningar om naturvetenskap (se t.ex. Kampa m.fl., 2016; Lederman, 1992; Sandoval, 2005). På sätt och vis kan sägas att medborgar-kompetens i PISA också kopplas till frågor om varför experiment genomförs i naturvetenskap, hur data och evidens kan tolkas och vilka slutsatser som är möjliga att dra. Detta är innovativt, kanske viktigt i ett modernt samhälle och om så är fallet, hur ska undervisning som tar dessa aspekter i beaktande utformas?

Det är stora och omfattande frågor som inte ens kan få en antydning till svar i denna rapport. Tidigare forskning kan sammanfattas med att elever inte har tillräckligt välutvecklade kunskaper om naturvetenskapens karaktär (Lederman & Lederman, 2014). PISA-resultaten pekar på att epistemiska uppgifter är relativt svåra för eleverna. Denna studie bidrar med att lyfta fram hur eleverna hanterar dylika frågeställningar. Att eleverna relativt ofta behandlar de epistemiska uppgifterna som om de ska besvaras med innehållslig eller procedurkunskap

ger möjligen en fingervisning till hur, om det anses viktigt, undervisning skulle kunna arbeta mer aktivt med att urskilja dessa olika aspekter.

En möjlig utvidgning av denna studie är att initiera ett samarbete med några länder för en komparativ studie av elevers svar på epistemiska uppgifter i PISA. Det är också möjligt att göra motsvarande analys av felsvar för öppna uppgifter som är inriktade mot procedurkunskap och eventuellt även innehållskunskap. En tredje möjlighet är att gå vidare med flervalsfrågor som prövar epistemiska kunskaper och analysera hur felsvaren fördelar sig över distraktorerna. För att få veta mer om hur det går till när elever kommer in på resonemang där de använder innehållsliga respektive procedurkunskap under tiden de besvarar epistemiska uppgifter skulle även en ”think-aloud-studie” (Charters, 2003) vara tänkbar och intressant.

Referenser

- Abd-El-Khalick, F. (2014). *The Evolving Landscape Related to Assessment of Nature of Science*. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch31>
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: "Views on Science–Technology–Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477–491. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760503>
- Charters, E. (2003). The Use of Think-aloud Methods in Qualitative Research An Introduction to Think-aloud Methods. *Brock Education: A Journal of Educational Research and Practice*, 12(2). <https://doi.org/10.26522/brocked.v12i2.38>
- Frändberg, B., & Hagman, M. (2017). *Med fokus på naturorienterande ämnen–Skolverket* [Text]. Hämtad från Skolverket website: <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3781>
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P., & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science—A person-centered approach to investigate high school students" profiles. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.04.007>
- Kane, M. T. (2016). Explicating validity. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23(2), 198–211. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2015.1060192>
- Lederman, N. G. (1992). Students" and teachers" conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. I *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (s. 600–620). <https://doi.org/10.4324/9780203097267-41>
- Lederman, N. G., Wade, P. D., & Bell, R. L. (1998). Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments? *Science & Education*, 7(6), 595–615. <https://doi.org/10.1023/A:1008601707321>
- Mead, M., & Métraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students: A Pilot Study. *Science*, 126(3270), 384–390. <https://doi.org/10.1126/science.126.3270.384>
- OECD. (2019). PISA 2018 Science Framework. I *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Hämtad från <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>.
- Orpwood, G. (2001). The Role of Assessment in Science Curriculum Reform. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 8(2), 135–151. <https://doi.org/10.1080/09695940125120>
- Orpwood, G. (2007). Assessing Scientific Literacy: Threats and Opportunities. I C. Linder, L. Östman, & P.-O. Wickman (Red.), *Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction* (s. 120–129). Hämtad från https://eprints.qut.edu.au/12883/1/Linnaeus_Tercentenary_Symposium.pdf
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science literacy. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 729–780). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634–656. <https://doi.org/10.1002/sce.20065>
- Sandoval, W. A., Bell, P. W., Coleman, E., Enyedy, N., & Suthers, D. D. (2000). *Designing Knowledge Representations for Learning Epistemic Practices of Science*.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2007). What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? I S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Red.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (s. 71–88). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_4
- Skolverket. (2016). *PISA 2015. 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik–Skolverket* [Text]. Hämtad från Skolverket website: <https://www.skolverket.se/publikationsserier/rapporter/2016/pisa-2015-15-aringars-kunskaper-i-naturvetenskap-lasforstaelse-och-matematik>
- Skolverket. (2018). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3813>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of "relevance" in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>
- Wilson, L. L. (1954). A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society. *Science Education*, 38(2), 159–164. <https://doi.org/10.1002/sce.3730380209>
- Yang, F.-Y., Liu, S.-Y., Hsu, C.-Y., Chiou, G.-L., Wu, H.-K., Wu, Y.-T., ... Tsai, C.-C. (2018). High-School Students' Epistemic Knowledge of Science and Its Relation to Learner Factors in Science Learning. *Research in Science Education*, 48(2), 325–344. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9570-6>

Den naturvetenskapliga delen av PISA prövar elevernas kunskaper utifrån tre typer av kunskap: innehållskunskap, procedurkunskap och epistemisk kunskap. Innehållskunskap rör de naturvetenskapliga begreppen, modellerna och teorierna. Procedurkunskap handlar om de metoder och praktiker som förekommer i naturvetenskap medan epistemisk kunskap istället innehåller frågor om varför experiment genomförs, karaktären hos kunskapsanspråk i naturvetenskap och betydelsen av termer som exempelvis teori, data och hypotes.

Jämfört med elevers kunskaper om det naturvetenskapliga innehållet och delvis även om naturvetenskapliga metoder är deras epistemiska kunskaper mer utforskade. Därför är de svenska elevernas svar på epistemiska uppgifter föremålet för denna rapport.

I korthet visar resultaten att mer än hälften av eleverna svarar på ett sätt som pekar mot att de antingen anlitar sin innehållskunskap eller sin procedurkunskap istället för den efterfrågade epistemiska.

Om epistemisk kunskap är viktig som allmänbildning i samhället finns det skäl till att diskutera om det ska ägnas mer tid och större koncentration åt detta i svensk skola än vad som för närvarande är fallet. En sådan diskussion finns inte idag. Denna rapport bidrar förhoppningsvis med ett underlag som inte har funnits tidigare, för att föra en något mer ingående diskussion om värdet av epistemiska kunskaper för framtidens samhällsmedborgare.

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