Gymnasieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt

Elevers lärande i samband med laborativa inslag i skolan och på Vetenskapens hus

Cristin Lindén

Institutionen för matematikämnets och naturvetenskapsämnenas didaktik
Självständigt arbete i naturvetenskapsämnenas didaktik med inriktning mot biologi inom ämneslärarprogrammet, UM9103, 30 hp
Naturvetenskapsämnenas didaktik
Ämneslärarprogrammet i matematik, naturvetenskapliga ämnen och teknik, 300 hp
Höstterminen 2018
Handledare: Jakob Gyllenpalm
Examinator: Jesús Piqueras
English title: Upper secondary school students' knowledge about scientific inquiry

Stockholms universitet

Gymnasieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt

Elevers lärande i samband med laborativa inslag i skolan och på Vetenskapens hus

Cristin Lindén

Sammanfattning

Laborativa inslag har en central del i biologi och de naturvetenskapliga ämnenas undervisning. Ett syfte med laborativa inslag är att utbilda elever om naturvetenskapliga arbetssätt. Studien har genomförts i Stockholms län, eleverna studerar på en skola gymnasieskola i en förort i Stockholm. I studien har gymnasieelever i årskurs 3 kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt undersökts. Studien har även undersökt elevernas uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet och under ett besök i en informell lärmiljö, Vetenskapens Hus. Intresset för laborativa inslag i informella lärmiljöer växer och attraherar varje år många elever. Elevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt har undersökts med hjälp av frågeformuläret Views of Scientific Inquiry (VASI). VASI-testet undersöker 8 olika aspekter av kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt. För att undersöka elevernas uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet och under ett besök i en informell lärmiljö genomfördes semi-strukturerade intervjuer enskilt. Intervjuerna analyserades med metoderna meningskoncentrering och meningstolkning. Studiens resultat visade på att gymnasieelevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt i hög utsträckning är naiv. Eleverna uppfattade att deras undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt har bestått av endast en introduktionslektion till det naturvetenskapsprogrammet och därefter undervisas i hög utsträckning implicit. Elevernas uppfattade inte att de lärde sig något om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus. Elevernas resultat i VASI-testen sammanvävt med elevernas uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet visar ett behov av undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt. Undervisningen bör lägga mer fokus och explicit undervisa eleverna om naturvetenskapliga arbetssätt i ordinarie undervisning och i laborativa inslag.

Nyckelord

Naturvetenskapliga arbetssätt; VASI; Laborativa inslag; Informella lärmiljöer, biologi, vetenskapens hus, gymnasiet, informella lärandemiljöer, DNA-sekvensering, kriminalteknologi

Innehållsförteckning

Inledning **1**
Teoretiskt ramverk **3**
Naturvetenskapliga arbetssätt 3
Syfte och frågeställningar **5**
Metod **5**
Urval 5
Genomförande 6
Datainsamling 7
Views of Scientific Inquiry (VASI) 7
Intervjuer 8
Databearbetning och analys 9
Analys av VASI-testerna 9
Intervjuerna – Transkriberingen 9
Analys av intervjuerna 9
Etiska överväganden 9
Tillförlitlighet 10
Validitet 10
Reliabilitet 10
Generaliserbarhet 10
Resultat **11**
Elevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt 11
Naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i naturvetenskapsprogrammet 17
Naturvetenskapliga arbetssätt och besöket på Vetenskapens Hus 21
Diskussion **22**
Referenser **24**
Bilagor
Bilaga 1. Laborationsprotokoll på Vetenskapens Hus
Bilaga 2. Kriminalteknologi med DNA-sekvensering
Bilaga 3. Samtycke till inspelning på Vetenskapens Hus
Bilaga 4. VASI-testet
Bilaga 5. Intervjuguide

Inledning

Laborativa inslag är en central och viktig del av undervisningen i biologi och andra naturvetenskapliga ämnen (Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007; Millar, 2004; Skolverket 2018a). Millar (2004) beskriver att de erfarenheter eleverna får genom laborativa inslag inte går att få på annat sätt i den naturvetenskapliga undervisningen. En del forskning om laborativa inslag i skolan visar att eleverna har som huvudfokus i laborativa inslag att genomföra det praktiska momentet än vad de kan lära sig av det laborativa inslaget (Hofstein & Lunetta, 2004). Under de laborativa inslagen ställs ofta eleverna inför någon problematik som gör att syftet och lärande målen åsidosätts för att slutföra laborationen (Abrahams & Millar, 2008; Hodson, 1996). Hodson (1996) beskriver lärandemål inom laborativa inslag med 3 syften att lära sig att göra naturvetenskapliga undersökningar, att lära sig om naturvetenskapliga arbetssätt och att lära sig om naturvetenskapligt innehåll. Gyllenpalm, Wickman och Holmgrens (2010b) studie visar att högstadielärare inom naturvetenskap fokuserar på att undervisa om den kunskapen som naturvetenskapen har kommit fram till samt vilken användning man kan ha av denna kunskapen. De fann även att lärarna uteslöt undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt som ett naturvetenskapligt innehåll. De använde laborativa inslag som en undervisningsmetod istället för att undervisa om undersökningsmetoder. Även Högström, Ottander och Benckert (2006) fann att lärare i hög utsträckning fokuserar på en del kognitiva aspekterna av laborativa inslag som innefattar till exempel begreppsförståelse. Laborativa inslag kan ha olika mål och syften vilket kan göra att laborationer kan utformas på olika sätt med olika fokus.

I laborationer där fokus ligger på att genomföra en undersökning finns inte nödvändigtvis möjligheter för eleverna att utveckla sina kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt. Laboranterna har en given uppgift att genomföra med ett givet ”kokboks-recept” att följa och ett givet resultat, något som Gyllenpalm, Wickman, & Holmgren (2010a) beskriver som en laboration utan frihetsgrader. En laboration utan frihetsgrader öppnar upp en möjlighet för eleverna att utveckla deras förmåga att genomföra arbetsmetoden. En laboration med 0 frihetsgrader ger inte nödvändigtvis eleverna en möjlighet att utveckla förmågor kopplade till dessa momenten. Till exempel formulera en frågeställning, planera och jämföra undersökningsmetoder, utvärdera och kritisk granska den insamlade data samt dra slutsatser från sin data (Gyllenpalm, Wickman & Holmgren 2010a). Hofstein och Lunetta (2004) anser laborationer med instruktioner strukturerade som ”kokboks-recept” hämmar elevernas kunskapsutveckling i laborativa inslag. De beskriver att dessa laborationerna lägger fokus på att följa ”receptet” istället för att leda elevernas fokus mot syftet med undersökningen. Gyllenpalm, Christiansson och Friggebo (2018) gav eleverna som uppgift att i ett laborativt inslag i fysikundervisningen bestämma fjäderkonstanten samt att jämföra två olika undersökningsmetoders precision i att bestämma fjäderkonstanten. Det resulterade i att eleverna jämförde metoderna och diskuterade hur undersökningarna kunde förbättras. Fokus flyttades till att utvärdera metodernas precision, eleverna använde sin kreativitet för att förbättra experimentuppsättningen och diskutera varför det var viktigt att veta metodens mätosäkerhet. Det laborativa inslaget gav även eleverna kunskaper som de kan använda i framtida naturvetenskapliga undersökningar, t.ex. hur valet av metod påverkar datainsamlingen samt vilken slutsats de kan dra och vilken kunskap undersökningen kan generera utifrån insamlade data. Laborationer är inslag i den naturvetenskapliga undervisningen som ska ge eleverna möjlighet att erfara laborativt arbete samt att lära sig om laborativt arbete.

Laborativt arbete kan även ske i informella lärmiljöer. Intresset för laborativa inslag i informella lärmiljöer ökar, exempel på informella lärmiljöer är museum och så kallade ”Science centers” där elever kan utföra avancerade laborationer. Vetenskapens Hus i Stockholm besöks av 80 000 elever och lärare per år (Vetenskapens Hus, u.å.a). Studiens studiefokus på Vetenskapens Hus är en laboration som har tema Kriminalteknologi med DNA-sekvensering. Vetenskapens Hus har ett syfte att inspirera elever att efter gymnasiet välja en utbildning med naturvetenskaplig inriktning (Vetenskapens Hus, u.å.a). Informella lärmiljöer likt Vetenskapens Hus kan inspirera och potentiellt inverka på elevernas lärande och intresse för naturvetenskap (DeWitt & Hohenstein, 2010). En spännande och avancerad laboration i en informell lärmiljö behöver dock inte nödvändigtvis medföra att eleverna lär sig om laborationens innehåll (Millar, 2004; Abrahams & Millar, 2008). Anderhag (2015) belyser möjligheten

att laborationer som innefattar avancerad teknik kan användas för att synliggöra naturvetenskapligt arbetssätt och utveckla elevernas kunskaper om naturvetenskapligt arbetssätt. Det är samspelet mellan individerna och att elevernas uppmärksamhet riktas mot laborationens syfte och kunskapsinnehåll som möjliggör lärande (Piqueras, Seneby, & Hamza, 2008). Även Högström, Ottander och Benckert (2009) har i sin studie funnit att interaktionen mellan lärare och elev är viktig för att eleven ska veta vad som är syftet och lärande målen i laborativa inslag. För att laborationen i den informella lärmiljön ska utveckla elevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt behöver det syftet synliggöras och göras kontinuerligt mot syftet i den ordinarie undervisningen (Anderhag, 2015). Det gör lärarens syfte och mål i laborativa inslag centralt för den naturvetenskapliga undervisningen.

Högström, Ottander och Benckert (2012) undersökte högstadielärarnas syfte och mål med laborativa inslag. De fann att alla lärare som deltog i studien hade som mål att de laborativa inslagen ska göra att eleverna kan lära sig om naturvetenskapliga fenomen, fakta och begrepp. En del av lärarna hade även ett syfte i laborativa inslag att eleverna ska få färdigheter kopplade till laborativt arbete. I studien beskriver en lärare dessa färdigheter som att kunna följa en manual och att kunna arbeta i grupp. Endast en lärare i den studien belyser sitt syfte om att eleverna ska få lära sig om naturvetenskapliga arbetssätt i laborativa inslag genom att de själva får planera laborationen. Högström, Ottander och Benckert (2010) har även i en annan studie analyserat högstadielärares mål med laborativa inslag och fann även där att majoriteten av lärarnas mål var kopplade elevers lärandeprogression om förståelse av naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Att stödja eleverna i sin kunskapsutveckling om naturvetenskapliga arbetssätt var inte lika vanligt förekommande. Naturvetenskapliga arbetssätt borde genomsyra den naturvetenskapliga undervisningen och lärarens syfte och mål borde vara i enlighet med ämnesplanerna.

Laborationen på Vetenskapens Hus har koppling till innehållet från biologikurserna 1 och 2 på gymnasiet. Ämnesplanerna för biologikurserna 1 och 2 på gymnasiet betonar de laborativa inslagen både i ämnets syfte och kunskapskraven (Skolverket, 2018b). Även i det centrala innehållet i Biologi 1 beskrivs under rubriken ”Biologins karaktär och arbetsmetoder” olika aspekter av kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt (Skolverket, 2018b). I examensmålen för det Naturvetenskapsprogrammet beskrivs att gymnasieeleverna ska få möjlighet att utveckla ett naturvetenskapligt förhållningssätt samt att de laborativa inslagen ska ge möjlighet för eleverna att utveckla det (Skolverket, 2018a). Under det sista läsåret av gymnasieutbildningen ska eleverna som läser det Naturvetenskapsprogrammet skriva ett gymnasiearbete som berör naturvetenskapen (Skolverket, 2018a). Eleverna ska under gymnasiearbetet använda de kunskaper eleven har från tidigare kurser om naturvetenskapliga arbetssätt och vara väl förberedd inför uppgiften. I kursen gymnasiearbete krävs det att eleverna självständigt formulerar en frågeställning som de genom en vetenskaplig undersökning ska utforska. Därefter ska de tolka och kritisk granska sina resultat för att dra en slutsats och besvara sin frågeställning (Skolverket, 2018a). Naturvetenskapsprogrammets examensmål, biologiämnets syfte och mål samt kunskapskraven i kurserna biologi 1 och 2 förmedlar tillsammans vilka förmågor och vilka kunskaper eleverna behöver ha med sig för att eleverna ska vara förberedda inför högskolestudier som ett högskoleförberedande program (Skolverket, 2018a, 2018b). Naturvetenskapliga arbetssätt är explicit inkluderat i examensmålen för det Naturvetenskapsprogrammet och i ämnets syfte, centrala innehållet och kunskapskraven i ämnesplanerna för biologikurserna. För att lärarna ska kunna undervisa om naturvetenskapliga arbetssätt behöver de själva ha kunskap och förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt.

Lederman och Lederman (2004) har studerat lärares professionsutveckling om naturvetenskapliga arbetssätt, studien visade att både lärare och elever inte har kännedom om det som det som innefattas naturvetenskapliga arbetssätt. Gyllenpalm och Wickman (2011a) har studerat lärarstudenters förståelse kring begrepp kopplade till laborativa inslag, deras studie påvisar lärarstudenters okunskap kring begreppet experiment samt att termer kopplade till laborativa inslag inte har diskuterats explicit under deras utbildning till lärare. Gyllenpalm och Wickman (2011b) studie visade att ämneslärares naturvetenskapliga kurser lägger mer fokus på hypotesformulering än vad rena naturvetenskapliga kurser gör. Ämneslärarnas naturvetenskapliga kurser bygger på en pedagogisk tanke om att hypotesformulering är en central del i hur eleverna lär sig naturvetenskapligt innehåll i laborativa inslag. I det teoretiska ramverket kommer innebörden och olika aspekter av att ha kunskap och förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt att redogöras och förklaras.

Teoretiskt ramverk

Naturvetenskapliga arbetssätt

Naturvetenskapliga arbetssätt är en av de sju kunskapsemfaserna som beskrevs av Roberts (1982) efter att han hade studerat innehållet i amerikanska läroböcker under 1900-talet. De andra kunskapsemfaserna är *Den säkra grunden*, *Den rätta förklarningen*, *Att kunna förklara själv*, *Naturvetenskapen i vardagen*, *Naturvetenskap och beslutsfattande* och *Naturvetenskapens karaktär*. Ordet emfas betyder betoning eller tonvikt och de olika kunskapsemfaserna är olika teman som man kan lägga tonvikt vid av innehållet. Kunskapsemfasen naturvetenskapliga arbetssätt benämns som ”Scientific inquiry” i internationell litteratur. Naturvetenskapliga arbetssätt innefattar att ha kunskaper om processerna för att kunna göra undersökningar, kreativitet, kritiskt tänkande, hur resultatet behandlas och förmedlas som kunskap och att kunna genomföra undersökningarna för att framställa kunskap. Emfasen innefattar således teoretiska och praktiska delar. Att ha förståelse och kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt innefattar olika aspekter och inte endast att kunna genomföra undersökningar. Lederman m.fl. (2014) har sammanställt 8 aspekter som tillsammans bidrar till att ha kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt som ligger i fokus för denna studien och är det som frågeformuläret Views of Scientific Inquiry (VASI) fokuserar på. VASI kommer att användas som datainsamlings instrument och kommer beskrivas mer ingående i metoden.

De aspekterna Lederman m.fl. (2014) beskriver som eleverna bör ha förståelse för om naturvetenskapliga arbetssätt är att: (1) Vetenskapliga undersökningar inleds med en frågeställning men testar inte alltid en hypotes (2) Alla vetenskapliga undersökningar följer inte alla samma mönster eller steg, det finns inte en enda vetenskaplig metod (3) Valet av metod styrs av studiens frågeställning (4) Alla forskare som följer samma metod behöver inte nödvändigtvis få samma resultat (5) Undersökningsmetoden kan påverka resultatet (6) De slutsatser som forskare drar måste överensstämma med insamlad data (7) Bevis är inte samma sak som data (8) Vetenskaplig kunskap och förklaringar till fenomen bygger på en kombination av insamlad data och vad som redan är känt. Nedan beskrivs innebörden av de olika aspekterna mer ingående vilket grundar sig i beskrivningarna av aspekterna i Lederman m.fl. (2014).

1. Vetenskapliga undersökningar inleds med en frågeställning men testar inte alltid en hypotes

En vetenskaplig undersökning grundar sig i att man ofta har observerat något som man uppfattar intressant, det kan vara någon man inte förstår och vill veta mer om eller mönster som man vill studera. För att undersöka det som väckt intresse krävs kunskap om det för att formulera en frågeställning som är specifik och tydligt i vad som ska undersökas. Förutom att frågan ska beröra ett visst innehåll är dess huvudsakliga syfte dess funktion, att det är en fråga som går att undersöka. I vissa fall kan forskaren formulera en hypotes som är en möjlig förklarning eller ett samband hos det som ska undersökas. Långt ifrån alla naturvetenskapliga undersökningar har en hypotes, om en studie har en hypotes är det fortfarande en frågeställning som undersöks i den naturvetenskapliga undersökningen.

2. Alla vetenskapliga undersökningar följer inte alla samma mönster eller steg, det finns inte en enda vetenskaplig metod

Ibland beskrivs ”den vetenskapliga metoden” som en linjär process vilken alla naturvetenskapliga undersökningar följer. I verkligheten är en naturvetenskaplig undersökning allt annat än linjär utan är en process som en ständig växling mellan metod, analys, frågeställning och så vidare. Inte heller alla delar inom naturvetenskapen gör samma typ av undersökningar, naturvetenskapliga undersökningar kan exempelvis vara kontrollerade experiment, observationer, kvasi-experiment eller studier av korrelationer. Att undervisa om ”den vetenskapliga metoden” ger intrycket av att naturvetenskapen är statisk och linjär när den naturvetenskapliga processen är en dynamisk process som fordrar kreativitet.

3. Valet av metod styrs av studiens frågeställning

Frågeställningen som konkretiserar vad som den naturvetenskapliga undersökningen ska undersöka styr valet av undersökningsmetod. Metoden måste vara anpassad till frågeställningen så att metoden kan undersöka och ge data som kan analyseras och slutsatser som man kan dra i linje med frågeställningen. Denna kunskapen får man genom att få öva på att formulera en frågeställning och utifrån den planera valet av metod för att med hjälp av data komma fram till en slutsats.

4. Alla forskare som följer samma metod behöver inte nödvändigtvis få samma resultat

Denna aspekten innefattar en förståelse kring att forskare kan tolka data olika. Att de tolkar data olika grundar sig i att de har olika perspektiv, kunskaper och personlig kreativitet som gör att de granskar och tolkar data ur olika synvinklar vilket ger olika slutsatser. De olika perspektiven är mer eller mindre rätt utan kan komplettera varandra och att slutsatserna vägs mot varandra är en del av den naturvetenskapliga processen. Samma metod kan också ge olika data på grund av slumpmässiga anledningar i datainsamlingen i t.ex. urvalet, valet av plats eller tidpunkt för en viss mätning.

5. Undersökningsmetoden kan påverka resultatet

Den vetenskapliga metoden som forskaren väljer att använda för att undersöka sin frågeställning kan påverka de slutsatser som kan dras. Olika metoder kan skilja sig i vilken data som samlas in, olika metoder kan användas för att bearbeta data och olika analysmetoder kan användas vilket kan påverka de slutsatser som forskaren gör beroende på hur de hanterar, mäter och isolerar olika variabler. Därav innefattas denna aspekten av naturvetenskapligt arbetssätt av en förståelse om att olika metoder påverkar vilka slutsatser som rimligen kan dras från insamlade data.

6. De slutsatser som forskare drar måste överensstämma med den insamlade data

De slutsatser som kan dras från naturvetenskapliga undersökningar måste vara baserade och underbyggda av den data som är insamlad i undersökningen. Det är ett karaktärsdrag hos naturvetenskap att den är empiriskt grundad. Denna aspekten innefattas av en förståelse av hur olika vetenskapliga påståenden får olika tyngd beroende på den evidens de baseras på. För att få förståelse om denna aspekten av naturvetenskapligt arbetssätt bör man öppet diskutera och väga in insamlade data när ett svar formuleras till frågeställningen.

7. Bevis är inte samma sak som data

Data och bevis skiljer sig från varandra i naturvetenskapliga undersökningar. Data är olika former av observationer som samlas in i undersökningen, det kan till exempel vara pH, temperatur, tid och så vidare. Ett bevis formuleras som en produkt som är tätt kopplat till undersökningens frågeställning och den dataanalys och tolkning av undersökningens insamlade data av forskaren. Det är viktigt för eleven att denna förstår skillnaden mellan data och bevis, hur de uppkommer samt hur de begreppen används inom naturvetenskapen för att kunna vara en del an det naturvetenskapliga arbetssättet.

8. Vetenskaplig kunskap och förklarningar till fenomen bygger på en kombination av insamlade data och vad som redan är känt

Denna aspekten innefattar en förståelse om att vetenskaplig kunskap inte endast kan baseras på den nya insamlade data och de slutsatser som dras utifrån dessa utan behöver även tas i beaktande och vägas in med/mot det som redan är känt. Forskarna måste väga in vad de redan vet om det som ska undersökas men samtidigt vara öppna för att nya data kan motsäga det som redan anses vara känt och bevisat inom naturvetenskapen. Vetenskaplig kunskap och förklaringar till fenomen bygger således på en kombination av insamlade data och det som redan är känt inom området.

PISA-undersökningen från 2006 som sammanställdes av Skolverket visade att 15-åriga elever hade hög kunskap i begreppsförståelse inom naturvetenskap men lägre kunskap i kunskaper om naturvetenskapligt arbetssätt i jämförelse till genomsnittet (Skolverket, 2007). Resultatet från PISA-undersökningen från 2015 visade att svenska 15-åringa elever är svaga i att tolka data och fakta naturvetenskapligt (Skolverket, 2016). Lederman m.fl. (2019) studie undersökte högstadieelevers kunskap och uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt internationellt med hjälp av samma frågeformulär som denna studien använder. Svenska högstadieskolor ingick i Lederman m.fl. (2019) studie, i studien deltog 126 högstadieelever från 5 olika skolor i Stockholmsområdet. Studien visade

att dom svenska högstadieeleverna hade en naiva kunskaper och uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt. Lederman m.fl. (2014) lyfter fram problematiken som de har funnit i USA om att elevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt inte undervisas explicit utan att elever förväntas lära sig om naturvetenskapliga undersökningar genom att göra naturvetenskapliga undersökningar. Studien av Högström m.fl. (2010) som beskrevs tidigare i inledningen visade att undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt är frånvarande de högstadieskolorna som undersöktes i studien. Generellt får elever undervisning i att lära sig hur de ska utföra naturvetenskapliga undersökningar, så som att observera, mäta, tolka och analysera sitt resultat eller diskutera felkällor. Det läggs ofta inte explicit fokus på att utveckla kunskaper om hur forskare använder sig av vetenskapliga metoder för att besvara sin forskningsfråga samt hur processerna, kritisk tänkande, resonemanget och tolkningen av insamlade data ger upphov till vetenskaplig kunskap (Lederman, 2009; Lederman m.fl., 2014).

Syfte och frågeställningar

Syfte

Gymnasieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt och deras kunskapsutveckling i samband med det laborativa inslaget i en informell lärmiljö på Vetenskapens Hus undersöktes för att ge en fördjupad förståelse och kunskap om gymnasieelevers kunskaper om naturvetenskapen arbetssätt. Studien kan bidra till ökad kunskap om hur undervisningen inom och utanför laborativa inslag bör utformas för att ge möjligheter för eleverna att utveckla deras kunskap och förmågor kopplade till naturvetenskapliga arbetssätt. Studiens resultat kan på så vis bidra till lärares professionsutveckling.

Frågeställningar

1. Vilka kunskaper har eleverna i åk 3 på gymnasiet om naturvetenskapliga arbetssätt?
2. Vilket utrymme upplever eleverna att kunskap om naturvetenskapliga arbetssättet har haft i deras gymnasieutbildning i de naturvetenskapliga ämnena?
3. Hur upplever eleverna att besöket på Vetenskapens Hus har bidragit till att utveckla deras kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt?

Metod

Urval

Elevgruppen som valdes till denna studien var en klass som studerar Naturvetenskapsprogrammet på gymnasiet. Eleverna går i årskurs 3 och studerar kursen Naturvetenskaplig specialisering som är en fördjupningskurs inom naturvetenskap (Skolverket, 2018c). Eleverna tillhör tre olika klasser som har sats samman efter att de har valt att läsa kursen som programfördjupning. Läraren som undervisar kursen hade planerat att elevgruppen skulle genomföra laborationen *Kriminalteknologi med DNA-sekvensering* på Vetenskapens Hus. Urvalet av elevgrupp och laboration grundade sig i att elevgruppen fanns tillgänglig genom den kontakten som redan fanns med både läraren och eleverna samt att elevgruppen skulle besöka en informell lärmiljö i form av Vetenskapens Hus och genomföra en laboration där. Urvalet kan beskrivas som ett bekvämlighetsurval då urvalet baserades till stor del på tillgängligheten hos eleverna och att de skulle besöka den specifika laborationen på Vetenskapens Hus (Bryman, 2018).

Laborationen har funnits länge på Vetenskapens Hus och lockar många lärare och elever på grund av att den innehåller teknik och instrument som en vanlig skola inte skulle ha möjlighet att köpa in. Laborationen behandlar bioteknik och en biokemisk metodik och eleverna får delta praktiskt under

laborationen. För att kunna studera laborationen i det utformade som den är tänkt att vara, gjordes ett urval att en handledare som i störst utsträckning genomför laborationen i den utformning som eftersträvas valdes som besökshandledare för studien. Av elevgruppen intervjuades de elever som var intresserade, i och med att det var så få elever som var intresserade att delta i intervjuerna gjordes inget urval av dessa utan alla intervjuades.

Genomförande

Laborationens uppläggs beskrivs enligt hur laborationen uppfattades under de inledande auskultationerna i studien. Laborationen Kriminalteknik med DNA-sekvensering sker på Vetenskapens Hus och pågår i 180 min. Laborationen är utformad som en kriminalberättelse där eleverna ska identifiera mördaren genom att använda pyrosekvensering. I aktivitetsbeskrivningen står följande ”Eleverna resonerar kring resultaten och möjliga felkällor” (Vetenskapens Hus, u.å.b). Laborationen inleds med en gemensam genomgång med hjälp av en PowerPoint som leds av laboratorieassistenten, genomgången inleds med en presentation av det fiktiva fallet kring Valdemars dödsfall. Valdemar 68 år, har avlidit på grund av förgiftning, polisen har funnit ett hårstrå i Valdemars medicinskåp där giftet som han blev förgiftad av har funnits. Polisen misstänker att hårstrået kan tänkas tillhöra personen som har förgiftat Valdemar. De misstänkta som hårstrået kan tänkas tillhöra presenteras, de innefattar Michelle 29 år hustru, Albert 61 år halvbror, Edit 64 år butler, Helene 34 år brorsdotter, Philip 42 år son, Ove 37 år känd brottsling, Katja 17 år barnbarn och till sist att hårstrået tillhör Valdemar själv. Dagens schema går igenom: 1) Provberedning med magnetisk fastfasteknik 2) Pyrosekvensering för att bestämma DNA-sekvensen 3) Tolka resultaten och se vem hårstrået tillhör.

Besökshandledaren går praktiskt igenom handhavandet att arbeta med en mikropipett. Eleverna kommer under provberedningen att arbeta med små volymer om 2µl. Eleverna får här även öva att arbeta med mikropipetterna med olika volymer.

Besökshandledaren går sedan igenom teorin bakom provberedningen, vilket beskrivs under ”teoretiskt innehåll i laborationen”. Eleverna delades in i 7 grupper om 2–3 elever i varje grupp. Eleverna får ett protokoll (bilaga 1) att använda under de praktiska delarna av provberedningen under laborationen. Eleverna i en grupp får välja ett utav de misstänktas DNA de vill arbeta med under laborationen varpå resten av grupperna får välja av de resterande tillgängliga misstänkta. Under första inkubationstiden (20 min) har besökshandledaren teoretisk genomgång som berör teorin bakom laborationen t.ex. Kriminalteknik och DNA:s uppbyggnad. Därefter får eleverna besvara om ett påstående är sant eller falskt med hjälp av ”klicker”, påståenden berör DNA och dess karaktär. Påståendena har inte något exakt svar, beroende på hur påståendet tolkas kan det påståendet vara både sant och falskt. Den teoretiska genomgången fortsätter om kriminalteknologi och DNA.

Det laborativa arbetet fortsätter därefter enligt protokollet med att separera DNA-strängarna, vilket beskrivs under ”teoretiskt innehåll i laborationen” som finns i bilaga 2. Därefter tillsätts primers som senare används i sekvenseringen med hjälp av pyrosekvensering. När primers har tillsatts får blandningen inkubera i 20 min. Under denna inkubationstiden får eleverna rast. Efter rasten fortsätter det praktiska arbetet och provet förbereds inför pyrosekvenseringen genom att tillsätta substrat och enzym. Eleverna tar sedan med sina prover ner till pyrosekvenserings-instrumentet som förvaras i källaren på Vetenskapens Hus. Eleverna får flytta sitt prov till en brunn på en provplatta. Besöksledaren förklarar hur pyrosekvenserings-instrumentet fungerar, vilken funktion de olika delarna av instrumentet har samt funktionen hos mjukvaran till instrumentet. Under tiden pyrosekvenseringen sker går eleverna och besökshandledaren upp till laborationssalen, besökshandledaren har därefter en teoretisk genomgång om teorin kopplad till pyrosekvenseringen genom bild- och videoillustationer.

När pyrosekvenseringen är slutförd får eleverna ett pyrogram vilket är deras resultat. Eleverna tolkar pyrogrammet och jämför DNA-sekvensen mot hårstråets DNA-sekvens som presenteras av besökshandledaren på Powerpoint.

Datainsamling

Inledningsvis genomfördes auskultationer vid två tillfällen för att få insikt i laborationens upplägg och innehåll. Laborationerna som auskultationerna genomfördes på handleddes av olika besökshandledare, efter dessa laborationer gjordes urvalet om besökshandledare till tillfället då elevgruppen besöker laborationen. En icke-deltagande observation genomfördes under en laboration med den valda besökshandledaren en vecka innan elevgruppen skulle besöka Vetenskapens Hus, detta för att vara förberedd inför elevgruppen laboration.

När eleverna besökte Vetenskapens Hus och laborationen Kriminalteknologi med DNA-sekvensering genomfördes en delvis deltagande observation då observatören deltog i det sociala sammanhanget och interagerade med eleverna, läraren och besökshandledaren (Bryman, 2018). Eleverna, läraren och besökshandledaren spelades under laborationen in med diktafoner, samtliga hade lämnat sitt skriftliga samtycke att bli inspelad innan laborationen inleddes. Samtyckesblanketten finns som bilaga 3. Observationens syfte var att tillsammans med eleverna få en gemensam plattform och upplevelse av laborationen samt att kunna observera hur eleverna upplevde den. Denna informationen användes senare i intervjuerna för att kunna samtala kring besöket med eleverna.

En vecka efter besöket på Vetenskapens Hus hade läraren en lektion där eleverna och den undervisande läraren samtalade om vad de hade upplevt och lärt sig från laborationen. Eleverna och den undervisande läraren gav ett muntligt om samtycke att deras samtal och diskussioner spelades in, varmed samtligas samtycke gavs muntligt. Lärarens syfte var att eleverna i grupper skulle beskriva de praktiska momenten och teorin från besöket på Vetenskapens Hus. Varje grupp fick en diktafon, även läraren som cirkulerade i klassrummet bar diktafon. Datainsamlingen var här en icke-deltagande observation, då observatören ej deltog i det sociala sammanhanget (Bryman, 2018). Det som har beskrivits ovan gjorde för att få en gemensam grund om besöket på Vetenskapens Hus inför studiens datainsamlingsmoment. För att besvara studiens frågeställningar genomfördes därefter två datainsamlingar, eleverna fick besvara ett test samt elever som var intresserade fick delta i en intervju.

Views of Scientific Inquiry (VASI)

En metod som användes för datainsamlingen i denna studien var frågeformuläret VASI. VASI står för Views of Scientific Inquiry. VASI är ett instrument som testar och undersöker elevernas uppfattning om naturvetenskapliga undersökningar och dess karaktär. Frågeformuläret utvecklades av Lederman m.fl. (2014) och översattes till svenska för att användas i en studie av högstadieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt internationellt (Lederman m.fl., 2019). De 7 frågorna som VASI-testet består av har olika kopplingar till de 8 aspekterna av naturvetenskapliga arbetssätt som har beskrivits av Lederman m.fl. (2014). VASI-testet finns i bilaga 4. Tabell 1 visar vilken koppling de olika frågorna har till varje aspekt.

Tabell 1.
De olika frågorna i VASI-testets koppling till de olika aspekterna av naturvetenskapliga arbetssätt.

Aspekter av naturvetenskapliga arbetssätt	Frågor i VASI-testet
1. Vetenskapliga undersökningar inleds med en frågeställning men testar inte alltid en hypotes.	1a, 1b, 2
2. Alla vetenskapliga undersökningar följer inte alla samma mönster eller steg, det finns inte en enda vetenskaplig metod.	1b, 1c
3. Valet av metod styrs av studiens frågeställning.	5
4. Alla forskare som följer samma metod behöver inte nödvändigtvis få samma resultat.	3a
5. Undersökningsmetoden kan påverka resultatet.	3b
6. De slutsatser som forskare drar måste överensstämma med insamlade data.	6

7. Bevis är inte samma sak som data.	4
8. Vetenskaplig kunskap och förklarningar till fenomen bygger på en kombination av insamlade data och vad som redan är känt.	7

Inför VASI-testet genomförande hade eleverna först blivit förfrågade av läraren om de ville genomföra testet varmed alla elever vad positivt inställda till testet. Därefter informerade läraren att testet skulle äga rum på det specifika lektionstillfället på elevernas skola. Eleverna besvarade VASI-testet 3 veckor efter besöket på Vetenskapens Hus. På den senaste lektionen i samma kurs hade eleverna haft ett prov. Eleverna skulle få tillbaka sina prov när lektionen var slut och behövde vänta kvar tiden mellan att de hade slutfört VASI-testet och att lektionen var slut. Deltagandet var frivillig och både jag och läraren underströk för eleverna att detta testet inte kommer ingå i hens bedömningsmaterial. 17 elever besvarade VASI-testet, eleverna fick ett varsitt VASI-test och fick en maxtid om 55 minuter att besvara testet skriftligen. Testen delades ut av mig och om eleverna hade frågor kopplade till VASI-testet var det jag som besvarade frågorna. Elevernas frågor berörde ordförståelse på t.ex. fråga 4 samt på fråga 6 om det var samma växtart som testerna genomfördes på. Eleverna visade stor motivation att genomföra testet och majoriteten av eleverna skrev utförliga svar på frågorna. De eleverna som var intresserade av att delta i intervjuer kring deras svar på VASI-testet och besöket på Vetenskapens Hus fick skriva upp sitt namn, klass och e-postadress på ett papper. Eleverna fick information om intervjuernas upplägg och att de som deltar i intervjuerna skulle få en biobiljett. Av de 17 eleverna som genomförde VASI-testet var 6 elever intresserade att delta i intervjuer.

Intervjuer

Intervjuerna hölls på elevernas skola under skoltid på antingen en klass mentorstid eller lektionstid Alla intervjuer genomfördes enskilt med eleverna av mig som intervjuare. Innan intervjun inleddes fick eleven information om att intervjun skulle spelas in med hjälp av min mobil, att inspelningarna tas bort efter studien har slutförts, att deras deltagande ska eftersträvas att hanteras anonymt samt eleven kan välja att inte besvara en fråga eller avbryta intervjun vilket är kopplat till studiens etiska överväganden (Bryman, 2018).

Intervjuerna var av semistrukturerad karaktär och en kvalitativ datainsamling. Inför intervjuerna fanns teman och exempel på intervjufrågor förberedda i en intervjuguide, intervjuguiden finns i bilaga 5. Däremot skiljde sig intervjuerna sig från varandra i avseende att olika uppföljningsfrågor ställdes, ordningsföljden för frågorna och tonvikt i frågorna vilket gör att intervjun är av semistrukturell karaktär (Bryman, 2018). Intervjuns struktur var flexibel i den bemärkelsen att intervjun anpassades till hur intervjun fortlöpte och svaren från intervjupersonen. Intervjun var strukturerad i den bemärkelsen att inledningsvis gick de olika frågorna från VASI-testet igenom. Intervjuarens frågor var i viss mån ledande var dock intervjuaren passiv i sin roll när eleverna förklarade och resonerade. Intervjuaren var även neutral i sin ton och formulering även om eleven svar inte tydde på en förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt svarade intervjuaren ”mm”, ”aa” och ”bra”.

Intervjuerna utgick från elevens resultat och svar på VASI-testet hölls för att fastställa att deras resultat på VASI-testet överensstämmer med elevens kunskaper och förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt. Därför fick eleven som intervjuades inledningsvis läsa igenom frågorna i VASI-testet samt sina svar. Eleven fick förklara sina svar och möjlighet att utveckla dem. Individuellt anpassade frågor ställdes beroende på vad eleven som intervjuades hade svarat. Eleven uppmanades slutligen att reflektera över vad de lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt efter att de har besökt Vetenskapens Hus och i undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena under sin gymnasieutbildning. Intervjuerna pågick i mellan 25 till 55 minuter.

Databearbetning och analys

Analys av VASI-testerna

Elevernas svar på de olika frågorna på VASI-tester graderades enligt fyra olika kategorier som är översatta från Lederman m.fl. (2019). De fyra kategorierna är: Inget svar, Naivt svar, Mixat svar och Informerat svar beroende på hur deras svar överensstämmer och huruvida de visar kunskaper och förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt. Inget svar betyder att eleven inte har besvarat frågan eller om svaret saknar relevans till frågan i VASI-testet. Ett Naivt svar innebär att elevens svar innehöll flera felaktigheter. Ett Mixat svar innebär att elevens svar innehöll en del felaktigheter och att andra delar visade på en (i linje med VASI-testet) korrekt förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt. Ett Informerat svar innebär att elevens svar var komplett och att det visar få korrekt förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt (Lederman m.fl., 2019). Elevernas svar graderades enligt de riktlinjer och i enlighet med de exempel som beskrivs i studien av Lederman m.fl. (2019). Graderingen genomfördes aspekt för aspekt för att säkerställa att graderingen genomfördes på ett likvärdigt sätt oberoende av elev eller i vilken turordning elevernas svar graderades.

Intervjuerna – Transkriberingen

Intervjuerna transkriberades kort efter att de genomförts. i enlighet med det som sades på inspelningarna utan att korrigera meningar så att de blev grammatiskt korrekta eller förtydliga frågor. Även ifyllnadsord som ”ehm” och ”hm” inkluderades i transkriberingen. Om eleven skrattade i intervjun eller liknande beskrevs det enligt ”[skrattar]”. Vid pauser skrevs ”…” ut i transkriberingarna utan att ange längden på pausen. Citattecken sattes ut i transkriberingen när eleven eller intervjuaren citerade en fråga eller elevens svar från VASI-testet. Om intervjuaren eller eleven benämnde en lärare eller en annan elev vid namn gavs eleverna ett fiktivt namn och läraren benämndes som ”[lärare]”.

Analys av intervjuerna

Transkriberingen användes för att analysera elevernas uppfattning om deras kunskapsutveckling om naturvetenskapligt arbetssätt och vad den har påverkats av. Intervjuerna användes som komplement till resultaten från VASI-testerna. Analysen av intervjuerna grundade sig på två av de analysmetoder som beskrivs i av Kvale (1997). Inledningsvis lästes hela transkriberingarna igenom enskilt, i marginalen markerades 1–7 eller VH beroende på vilken fråga från VASI-testet eller om besöket på Vetenskapens Hus berördes i transkriptet. Där efter användes *Meningskoncentrering* Kvale (1997). Den metoden innebär att man söker efter centrala teman i det intervjupersonerna skriver, dessa centrala teman skrevs i marginalen samt andra kommentarer kopplade till elevens svar och eventuella frågetecken med deras svar. Dessa centrala teman användes för att få en överblick av elevernas svar samt att göra ett urval av utdrag till resultatet. Att koncentrera meningen i elevernas förklarningar görs i avsikt av att förtydliga elevers uttalande och hur deras uppfattning förhåller sig till olika aspekter av kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt. Elevernas uppfattning sammanvävs från dels deras svar i VASI-enkäten och deras svar under olika delar av intervjun. Även *Meningstolkning* används för att analysera intervjuerna forskaren tolkar på djupet intervjuerna utöver det som sägs explicit och beskriver strukturer och relationer som inte framstår direkt ur transkriberingen. Denna metoden används som en tolkning av elevens svar när det finns otydligheter i elevens uppfattning och när elevens svar sammanvävs vid olika tidpunkter av intervjun.

Eleverna gavs fiktiva namn för att deras svar inte ska kunna kopplas till deras identitet. De utdrag som presenteras i resultatdelen numrerades i den ordningen de presenteras i resultatdelen för att lättare kunna hänvisa till ett specifikt utdrag i den löpande texten. Numreringen av excerpten hade således inget med ordningsföljden i intervjuerna.

Etiska överväganden

Inför studien har eleverna, läraren och laborationsassistenterna fått information om vad studien innefattar, vad studien ska användas till samt getts möjlighet att lämna sitt samtycke eller att neka att delta i studien. Samtidigt förmedlandes även att deras medverkan i studien är avidentifierade, att deras

personuppgifter kommer att behandlas så att deras identitet inte går att identifiera. Därigenom blev studiens deltagare uppmärksammade på de forskningsetiska principerna från Bryman (2018), *samtyckeskravet*, *informationskravet*, *konfidentialitetskravet* och *nyttjandekravet*.

Tillförlitlighet

Validitet

Validiteten är ett mått på huruvida studien mäter det innehåll den är avsedd att mäta (Bryman, 2018). Lederman m.fl. (2014) beskriver hur de har testats VASI-enkätens validitet av innehållet som VASI är ämnat att mäta. De testade det genom att en kommitté fick granska VASI-enkäten och säkerställa att den inkluderar alla de 8 aspekterna som de har tagit upp kopplat till att ha kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt. Kommittén fastställde att VASI-enkätens validitet är 100%. VASI-testets språk utvärderades även av lärare för att säkerställa att testet skulle vara språkligt förståeligt av en mellanstadieelev. Även i översättningsprocessen när VASI-enkäten översattes från engelska till svenska i studien Lederman m.fl. (2019) utvärderades validiteten, för att säkerställa så att validiteten inte sjönk när enkäten översattes till svenska. Genom användandet av VASI-enkäterna får studiens första forskningsfråga en hög validitet då det är fastställt att VASI-mäter det den är avsedd att mäta. Genom att intervjuer genomfördes gav möjlighet att undersöka den andra och tredje forskningsfrågorna. På så vis får studien hög validitet då valet av metod har säkerställt att de tre frågeställningarna blir undersökta kvalitativt och kan då också besvaras.

Reliabilitet

Reliabiliteten är ett mått på tillförlitligheten hos studien (Bryman, 2018). I graderingsprocessen graderades elevernas svar i VASI-testet enligt min uppfattning och tolkning av hur elevernas svar ska graderas enligt de riktlinjer och beskrivningar som finns i Lederman m.fl. (2019). Jag fick även handledning av min handledare som har graderat flertalet VASI-test i studien Lederman m.fl. (2019). Under graderingsprocessen var jag medveten om risken att graderingen av elevernas svar på varje enskild aspekt skulle kunna färgas av min tolkning av elevernas och på så sätt innehåll viss subjektivitet. Jag var även medveten av risken för subjektiva graderingar på grund av att eleverna inte besvarade VASI-testet anonymt. Att eleverna fick besvara VASI-testerna anonymt var inte möjligt då eleven svar diskuterades under intervjuerna. För att läsaren ska kunna bedöma reliabiliteten och objektiviten i graderingen av elevernas svar i VASI-testet kommer exempel på svar och gradering presenteras och förklaras i resultatet. Intervjuernas syfte var att säkerställa att elevernas uppfattning och kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt var i enlighet med de svar som eleverna hade skrivit i VASI-enkäterna. De utvecklande intervjuerna var 6 elever av de 17 eleverna som genomförde VASI-testet. Lederman m.fl. (2014) genomförde intervjuer med 20 % av respondenterna för att säkerställa att eleverna hade uppfattat frågorna på det sättet som det var avsett. Intervjuerna användes för att kunna få en större insikt i elevernas uppfattningar och kunskapsbild om naturvetenskapliga arbetssätt och inte enbart undersöka reliabiliteten hos resultatet. Intervjuerna leddes av en oerfaren intervjuare vilket kan ha påverkat reliabiliteten hos studiens resultat till viss del. Det kan ha medfört att elevernas svar inte utvecklades i samma utsträckning som om en erfaren intervjuaren ledde intervjuerna. Intervjuaren kan ha påverkat intervjun även genom att intervjuaren emellanåt var otydligt formulerad i sin frågeformulering under intervjuerna samt att intervjuerna svävade iväg från VASI-frågorna. Det är således möjligt att en annan mer erfaren intervjuare hade kunnat få mer utvecklande och detaljerade svar från eleverna under intervjun. Däremot är inte uppfattningen att elevernas svar hade förändrats i förhållande till graderingen av svaren då intervjuaren intog en passiv roll under tiden eleverna förklarade under intervjun för att inte leda dem i deras svar.

Generaliserbarhet

Lederman m.fl. (2014) uppmuntrar till att inte utföra kvantitativa statistiska analyser på de resultat som VASI ger, de menar att ge numeriska poäng till de olika graderingarna av respondentens svar ger en begränsad bild av deras uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt. De menar att VASI-testerna snarare borde användas till att fånga respondenternas uppfattningar och kunskaper naturvetenskapliga

arbetssätt. Urvalet av elever som genomförde VASI-enkäten påverkar studiens möjlighet att generalisera. Eleverna som ingick i studien antogs till det naturvetenskapsprogrammet 2016. Genomsnittet för hela Sverige i antagningspoängen låg 2016 på 268,9 poäng (Gymnasium, 2017). Skolans antagningspoäng 2016 för det naturvetenskapsprogrammet hade en median om 260 poäng med en antagningsgräns på 185 poäng (Gymnasieantaningen Storsthlm, 2016). Medianen för antagningspoängen på skolan förhåller sig inte långt ifrån genomsnittet på antagningspoängen för det naturvetenskapsprogrammet i hela Sverige. Det medför i att studiens resultat i viss utsträckning är applicerbart även på andra elever, skolor och för andra lärare än de som ingår i studien.

Resultat

Studiens resultat presenteras i den ordningen som frågeställningarna presenterades. Resultatet är baserat på de 17 eleverna som besvarade VASI-testet och av dem de 6 eleverna som deltog i intervjuer. Av de 6 eleverna som deltog i intervjuerna hade 4 elever deltagit i besöket på Vetenskapens Hus.

Elevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt

Nedan följer en sammanställning av det kvantitativa resultatet från VASI-enkäterna i form av en tabell. Tabell 2 visar resultatet av graderingen av alla elevernas svar på VASI-enkäterna separerat över de 8 olika aspekterna som VASI-enkäten behandlar.

Tabell 2.

Tabellen nedan visar den procentuella fördelningen i kategorierna: Inget svar, Naivt svar, Mixat svar och Informerat svar till de olika frågorna i VASI kopplade till de 8 olika aspekterna till att ha kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt för de 17 elever som genomförde testet.

Aspekter i att ha kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt	Inget svar	Naivt svar	Mixat svar	Informerat svar
1. Vetenskapliga undersökningar inleds med en frågeställning men testar inte alltid en hypotes.	0%	24%	59%	18%
2. Alla vetenskapliga undersökningar följer inte alla samma mönster eller steg, det finns inte en enda vetenskaplig metod.	0%	47%	30%	24%
3. Valet av metod styrs av studiens frågeställning.	0 %	53%	0%	47%
4. Alla forskare som följer samma metod behöver inte nödvändigtvis få samma resultat.	0 %	41%	12%	47%
5. Undersökningsmetoden kan påverka resultatet.	6%	35%	18%	41%
6. De slutsatser som forskare drar måste överensstämma med insamlade data.	0%	18%	24%	59%
7. Bevis är inte samma sak som data.	0 %	53%	18%	30%
8. Vetenskaplig kunskap och förklarningar till fenomen bygger på en kombination av insamlade data och vad som redan är känt.	0%	35%	41%	24%

Den aspekten som flest elever besvarade med ett informerat svar var aspekt 6 där 59 % av eleverna påvisade en förståelse om att de slutsatser som forskaren drar måste överensstämma med insamlad

data. Därefter följde aspekterna 3 och 4, båda aspekterna besvarades av 47 % av eleverna med ett informerat svar. De aspekterna som flest elever besvarade med ett naivt svar var aspekterna 3 och 7. På båda aspekterna besvarade 53 % av eleverna med ett naivt svar. Aspekt 3, som handlar om att valet av metod styrs av frågeställningen, besvarade eleverna frågan antingen med ett naivt svar eller ett informerat svar. Eleverna besvarade frågan kopplat till aspekten antingen med ett svar som klart indikerade om de hade en uppfattning om att frågeställningen styr valet av metod eller ett svar som klart indikerade om att de hade en uppfattning om att frågeställningen inte styr valet av metod. Det resultatet kan ha styrts till stor del av frågeformuleringen hos fråga 5 i VASI-testet som var kopplad till aspekten. Frågan var formulerad att eleverna ombads att välja antingen lag A eller lag B's metod vilket resulterade i det polariserade resultatet. Aspekt 1 var den aspekten som flest elever besvarade med ett mixat svar, det var 59% av eleverna som besvarande frågorna kopplade till aspekten med ett mixat svar. Därefter följde aspekt 8 som besvarades av 41 % av eleverna med ett mixat svar. Aspekt 6 besvarades endast med 18 % naiva svar, vilket var den aspekt som hade lägst procent naiva svar. Det var endast en aspekt som inte besvarades, det var aspekt 5 som en elev inte besvarade.

Nedan följer en redovisning av elevernas svar från VASI-enkäterna och till viss del under intervjuerna kopplat till aspekterna av att ha kunskap om naturvetenskapliga arbetssätt. Nedan kommer presenteras exempel på naiva, mixat och informerade svar fördelat över de olika aspekterna.

Aspekt 1: Vetenskapliga undersökningar inleds med en frågeställning men testar inte alltid en hypotes

Graderingen av elevernas svar på denna aspekten är fördelad över tre frågor. Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Rasmus: 1a) Ja, eftersom att man fått ett svar på en frågeställning man hade. Med hjälp av de svar man hade kan man veta vad olika fåglar kan äta beroende på näbbens form.
>
> b) Ja, jag anser denna persons undersökning är ett experiment eftersom han testar sig fram för att få ett svar på sin frågeställning.
>
> 2) Eleven som svarar ja, eftersom att denna eleven vet vad han vill ha och kommer att sträva efter att få ett svar på sin fråga gentemot den som säger nej och inte vet vad hen är efter.

Rasmus visar på en tydlig förståelse och uppfattning om frågeställningens betydelse för den vetenskapliga undersökningen i sina svar på fråga 1a, b och 2. De svaren som ha graderats som informerade svar visar som Rasmus svar en tydlig uppfattning och centrering på frågeställningen som en central del av en vetenskaplig undersökning. Även om han inte har koll på vad som menas med ett experiment respektive observationer.

Av elevernas svar graderades 59 % av svaren som mixade svar, Nedan följer ett exempel på ett mixat svar:

> Emma: 1a) Jag anser att den är vetenskaplig. Personen som undersökte hundratals olika fåglar, vilket gör att man kommer närmare sanningen än om man undersöker ett fåtal. Han samlade även på sig redan befintlig data för att stödja sin tes.
>
> b) Detta är observationer och inte experiment. Han undersöker/observerar fåglarna inte testar dom i olika miljöer eller liknande.
>
> 2) Jag håller med eleven som säger ja. För att kunna göra en vetenskaplig undersökning måste man ha en hypotes som man ska besvara.

Emma besvarar fråga 2 med ett "ja" vilket indikerar att Emma har uppfattningen att vetenskapliga undersökningar alltid måste börja med en vetenskaplig fråga. I sitt svar på fråga 2 skriver Emma "För att kunna göra en vetenskaplig undersökning måste man ha en hypotes som man ska besvara". De svar som har graderats som ett mixat svar beskriver liksom Emma gör ovan att en vetenskaplig undersökning bör undersöka frågeställning och testa en hypotes. En del av de svar som har graderats som ett mixat svar svarar "ja" på fråga 2 men sedan läggs fokus på fråga 1a att understödja hypotesen, vilket även Emma gör. Andra elever besvarar fråga 2 med "ja" och "nej" och beskriver att det kan vara bra om vetenskapliga undersökningar har en frågeställning men det är inte nödvändigt.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Felix: 1a) Vetenskaplig tycker jag kanske inte undersökningen är men det är vetenskapligt tänkande och resonemang bakom slutsatsen. Samtidigt så finns det en metodik som gör att personen kan dra slutsatsen.
>
> b) Nej tycker att det är en observation och inget personen väljer att utföra för att få fram resultat.
>
> 2) Nej det behöver man ej. Man kan göra en vetenskaplig undersökning om något som redan är en generell accepterad ”sanning”. I det vetenskapliga så finns det ett förhållningssätt och metodik så frågan är inte nödvändig för saker som redan är kända. Dock kan det vara nyttigt att ifrågasätta allmänkända saker också.

Felix påvisar tydligt i sina svar på fråga 1a, 1b, och 2 att eleven inte har uppfattningen att vetenskapliga undersökningar behöver ha en frågeställning som forskaren ämnar besvara. De andra svaren från VASI-testet som har graderats som naiva är av liknande karaktär. De elevernas svar visar på är att de har uppfattningen att frågeställningen inte är central i naturvetenskapliga undersökningar. Istället beskriver eleverna att det är det naturvetenskapliga innehållet i undersökningen eller metoden som gör en undersökning vetenskaplig.

Aspekt 2: Alla vetenskapliga undersökningar följer inte alla samma mönster eller steg, det finns inte en enda vetenskaplig metod

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Alexander**:** 1 b) Inte experiment utan fältstudie. Han har enbart studerat fåglarna för att dra sin slutsats inte gjort ett eget experiment.
>
> c) Ja, finns flera sätt att genomföra det på, dels genom att själv rigga experiment så som en undersökningsmetod av ett ämne, dels genom enbart visuella studier såsom fågelskådaren.

Alexander påvisar i båda sina svar om att det inte finns ett bestämt mönster som alla vetenskapliga undersökningar följer. Alexander besvarar frågan som ställs i fråga 1c med ett ”ja” vilket indikerar att han har uppfattningen om att vetenskapliga undersökningar kan genomföras på mer än ett sätt. Denna karaktär på svaret följer de svar som har graderats som informerade, eleverna beskriver konkret två exempel på undersökningar som tydligt skiljer sig från varandra. Alexander skriver ”rigga experiment” i fråga 1c vilket kan tolkas som att han har uppfattningen att ett experiment kan kontrolleras och manipuleras för att undersöka en forskningsfråga. I Alexanders svar på fråga 1b påvisar han en förståelse i sitt svar om att experiment och fältstudier/observationer skiljer sig åt i sitt genomförande vilket är centralt i de svar som har graderats som informerade svar.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Alice: 1b) Ja, eftersom slutsatsen är grundad på studerande av hundratals fåglar.
>
> c) Ja, experiment man utför praktiskt och experiment man utför genom observation.

Alice besvarar frågan ”Anser du att vetenskapliga undersökningar kan genomföras på mer än ett sätt?” i fråga 1c med ett ”ja”. Det indikerar att Alice har uppfattningen att vetenskapliga undersökningar kan utföras på flera olika sätt. Alice fortsätter sitt resonemang i sitt svar i fråga 1c med att inte göra skillnad på experiment utan beskriver att experiment kan genomföras praktiskt och det kan observera. De svar som har graderats som naiva har alla varit korta svar och har inte visat på en förståelse om att vetenskapliga undersökningar kan genomföras på olika sätt och kan vara av olika karaktär. T.ex. Alice svar på fråga 1b, hennes ”ja” indikerar att hon har uppfattningen att undersökningen är ett experiment. De svar som har graderats som naiva beskriver inte konkret två olika exempel av undersökningar som fråga 1c efterfrågar.

Aspekt 3: Valet av metod styrs av studiens frågeställning

Denna aspektens svar graderades 53 % av elevernas svar som naiva och 47 % som informerade.

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Martin: 5) Lag A:s undersökning är bäst då den kan ge ett bättre svar på frågeställningen. Lag B testar bara ett slags däck, och kan därför inte dra några slutsatser om olika däcksorters sannolikhet att drabbas av punktering.

Martins resonemang kring viken av lagens undersökning som är bäst visar på en förståelse om att frågeställningen styr valet av metod, vilket är det centrala temat i de informerade svaren. I de informerade svaren kan en förståelse urskiljas om att metoden styr vilka slutsatser som kan dras och på så sätt huruvida man kan besvara frågeställningen.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Anna: 5) Eftersom desto fler underlag man har desto närmare verkligheten kommer man, man vill alltså komma verkligheten så mycket som möjligt.

Annas svar indikerar att hon valde lag B:s undersökning som undersöker flera olika underlag jämfört med lag A:s undersökning som undersöker flera olika däck. Annas resonemang fokuserar mer på att valet av metod styrs av att komma så nära verkligheten som möjligt än att vara bäst lämpad för att undersöka frågeställningen. Det som beskrivs ovan är centralt i alla de svaren som har graderats som naiva. De svaren fokuserar likt Anna mer på att metoden ska undersöka den verkliga situationen mer än att undersöka frågeställningen. Under intervju ombads Anna förklara hur hon kom fram till sitt svar som ger. Nedan följer ett utdrag ur intervjun:

> 1: Anna: Eftersom det är ju samma däck, eh eller de blir ju mer så här mer verklighetstroget för att i verkligheten då är det ju inte bara ett underlag.
> 2: Intervjuaren: Mm.
> 3: Anna: Som det kan ju vara från grus till asfalt till aa allt möjligt jaa betong eller…
> 4: Intervjuaren: Aa.
> 5: Anna: Eller så, det är ju mer verklighetstroget att man kör på flera underlag än bara på ett. Men det finns ju också att man har ju olika däck men det borde inte påverka så mycket ändå eftersom att det är ju mer att man liksom. Det är ju högre sannolikhet att få punktering beroende på underlaget än på själva däcket.
> 6: Intervjuaren: Om du tänker att dom får in sin data efter sin undersökning, vad tänker du att dom kan dra för slutsats då lag B och kunna besvara sin frågeställning?
> 7: Anna: Eh eller va?
> 8: Intervjuaren: Om lag B har gjort sin undersökning och dom har fått data…
> 9: Anna: Mm.
> 10: Intervjuaren: Och vad tänker du att dom kan dra för slutsats ifrån sin data?
> 11: Anna: Dom kan ju dra slutsats typ mer plant underlag ger mindre punktering och mer, desto mer stenar det är så, det ger mer punktering beroende på hur många gånger dom testar och så. Det är en logisk sak liksom…

De naiva svarens resonemang fokuserar som man kan följa i utdraget från intervjun med Anna i att en slutsats ska dras utifrån att beskriva verkligheten så noggrant som möjligt och lägger inte fokus på att kunna besvara studiens frågeställning. Trots den explicita frågan i nummer 6 i utdraget, ”vad tänker du att om kan dra för slutsats då lag B och kunna besvara sin frågeställning?” som riktade uppmärksamhet mot frågeställningen som uppgavs i frågan vidhåller Anna sin uppfattning om valet av metod i utdraget.

Aspekt 4: Alla forskare som följer samma metod behöver inte nödvändigtvis få samma resultat

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Felix: 3a) Nej eftersom deras bakgrund är olika, de analyserar och tolkar saker olikt från varandra. De är som en funktion forskarna där de får samma värden men ser olika svar. Forskare bör inte ha med sin egna syn men det tror jag är i princip omöjligt eftersom vissa saker värdesätter olika människor olika mycket.

Felix resonemang visar på en förståelse att olika forskare har olika kunskaper och perspektiv, att olika analysmetoder påverkar resultatet samt att olika forskare tolkar och värdesätter data olikt från varandra. Resonemang av denna karaktär kan urskiljas i de informerade svaren och påvisar en förståelse om forskares bakgrund och perspektivs inverkan på deras tolkning av data och vilka slutsatser de kommer till.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Hampus: 3a) Ja, de borde komma fram till samma svar om de har gjort en vetenskaplig undersökning. Om den inte var det så kan de dock få olika svar.

Hampus resonemang ovan tyder på en uppfattning om att så länge forskarna gör en vetenskaplig undersökning så kommer de få samma svar eller resultat. Det är ett centralt tema i de naiva svaren för denna resultatet. De naiva visar inte på någon uppfattning om att data kan tolkas på olika sätt av forskare eller att olika forskare har olika kunskaper eller perspektiv i sitt svar.

Aspekt 5: Undersökningsmetoden kan påverka resultatet

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Martin: 3b) Nej, eftersom att olika datainsamlingsmetoder kan ge olika data p.g.a. t.ex. olika noggrannhet och olika data kan självklart leda till olika slutsatser.

Martins svar påvisar en förståelse och en uppfattning om att olika metoder kan ge olika resultat på grund av att de av olika anledningar ger olika data. Det är ett centralt tema i de svaren som har graderats som informerade svar. Martin nämner olika noggrannhet på metoder som en orsak till att de ger olika data som kan leda till att forskare kommer till olika slutsatser vilket även finns i andra informerade svar.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Hampus: 3b) Ja, data är fortfarande data. Det borde inte spela någon roll om hur de samlar in den datan.

Hampus resonemang tyder på en uppfattning om att olika metoder ger samma data och att valet av metod inte har inverkan på resultatet. Likande resonemang finns i de andra naiva svaren på denna aspekten. Det finns ingen antydan de naiva svaren att olika metoder mäter olika variabler, mäter olika noggrant eller andra omständigheter i datainsamlingsprocessen som påverkar datainsamlingen.

Aspekt 6: De slutsatser som forskare drar måste överensstämma med insamlade data

Denna aspekten hade 59 % av eleverna besvarat med ett svar som graderades som ett informerat svar. Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Sandra**:** 6) (ringat in alternativ c) Då man ser i tabellen att ju mer ljus växten får desto mindre växer den. Den växer även som mest när den inte får något solljus alls, därför drar jag den slutsatsen.

Sandra redogör i sitt svar hur hon har resonerat kring den data som anges i tabellen i uppgiften. Sandras och de andra informerade svaren har ett resonemang som visar på att Sandra har använt sig av data för att komma fram till sin slutsats. De informerade svaren visar på en förståelse om att de slutsatser forskare gör måste baseras och överensstämma med insamlade data.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Karin: 6) C, därför att hur mycket ljus växten får kan inte bestämma tillväxten, det kan beror bland annat på växtens typ eller hur mycket vatten den får, det som är viktigt är att växten får lite ljus antal minuter spelar ingen roll.

I sitt svar försöker Karin finna alternativa förklarningar till varför hon har valt slutsats C. Karin beskriver t.ex. att vattenmängden växten får kan ha inverkan på växtens tillväxt. Slutligen beskriver Karin att det inte spelar någon roll vilket antal minuter solljus växten får, det som är viktigt är att växten får lite solljus. Likande resonemang finnes i andra svar som har graderats som naiva. Eleverna beskriver andra orsaker än solljuset som kan ha påverkat växtens tillväxt. En del elever argumenterar mot den data som har presenterat och den slutsatsen som man kan komma till från insamlade data. Argumentet kan vara att det måste vara en solkänslig växt, någon felkälla, att kolumnerna i tabellen inte är relaterade till varandra eller förklarar enligt den kunskap de har om växters tillväxt att insamlad data inte stämmer.

Aspekt 7: Bevis är inte samma sak som data

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Alexander**:** 4) Data är allt arbetsmaterial som samlats in/undersökts. Data kan senare, beroende på slutsats, kommer att bli ett bevis för den speciella slutsatsen.

Alexanders svar är ett exempel på ett informerat svar, de informerade svaren visar på en förståelse och en uppfattning om att data och bevis skiljer sig från varandra samt att bevis är data som har organiserats och som styrker slutsatsen. Till skillnad från de naiva svarsexemplen som presenteras nedan så visar inte Alexanders och de andra informerade svaren på en uppfattning om att bevis är något fast utan att bevis kan som data variera och förändras.

Nedan följer tre exempel på naiva svar:

> Rasmus: 4) Data är mer informationen som stödjer saker och ting medans bevis är det som redan är bestämt att så är det, så ska det vara.

> Caroline**:** 4) Data är enbart iakttagelser, de kan skilja sig, medan bevis är något som 100 % stämmer.

> Niklas: 4) Det finns möjligheter att datan kan vara falsk men bevis kommer alltid vara sann.

Rasmus, Carolines och Niklas svar visar på svarsexempel som har graderats som naiva. De graderas som naiva trots att de visar på en förståelse om att data och bevis skiljer sig från varandra på grund av den fasthet som de beskriver om bevis. Det är ett centrat tema som finns i många naiva svar. Eleverna beskriver bevis som något som ”kommer alltid vara sann”, ”100 % stämmer” och ”bestämt att så är det”, de beskriver inte att bevis är data som har organiserats och som styrker slutsatsen.

Aspekt 8: Vetenskaplig kunskap och förklarningar till fenomen bygger på en kombination av insamlade data och vad som redan är känt

Nedan följer ett exempel på ett informerat svar:

> Hampus**:** 7a) För att benen ska kunna hålla upp en vikt så måste benen vara tjocka och stadiga. Dinosaurien skulle inte överleva med korta ben. De flesta andra dinosaurier har haft benen och armarna som i figur 1.

> b) Darwin teori om evolution, DNA-analys, jämförelse med närbesläktade arter, logiskt tänkande, placeringen av benen i stenen/marken.

I Hampus resonemang kan man urskilja en förståelse om att vetenskaplig kunskap bygger på både insamlade data i form av benens placering i marken i kombination till vad som redan är känt om dinosauriers ben och armar. Det är ett centralt tema i de svaren som har graderats som informerade svar för denna aspekt. Flera av de informerade svaren beskriver att forskarna jämför med närbesläktade arter både nutid och dåtid och använder den data för att underbygga deras slutsats om att figur 1 har den rätta benstrukturen.

Nedan följer ett exempel på ett naivt svar:

> Ida: 7a) Eftersom benen behöver vara starka med lite större skelett p.g.a. vikten och den behöver även ha händer vilket finns på figur 1. Ryggraden är även mer rak på figur 1.

> b) Den använder en rimlig slutsats där benen är större än händerna.

Idas resonemang i svaret inkluderar implicit endast information som redan är känt om djur och hur deras ben och händer ser ut. Resonemang av denna karaktär finns även i de andra naiva svaren. De naiva svaren fokuserar mycket på att det är rimligare eller mer logiskt enligt eleverna att figur 1 är rätt dinosaurie. De förklarar inte varför det är rimligare eller mer logiskt, de förklarar inte heller vad de grundar den slutsatsen på. De naiva svaren inkluderar inte att forskarna använder insamlade data i kombination med det som redan är känt i deras slutsatser.

Naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i naturvetenskapsprogrammet

Följande resultat baseras på intervjuerna med eleverna Anna, Hampus, Ida, Jennie, Sandra och Susann om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet. I samtalet om elevernas uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet framkom 3 centrala teman: naturvetenskapliga arbetssätt som introduktion, Implicit undervisning - Data och bevis och Laborativa inslag och gymnasiearbete.

Naturvetenskapliga arbetssätt som introduktion

Nedan följer ett utdrag ur intervjun med Hampus där han beskriver sin uppfattning om den undervisningen han har fått om naturvetenskapliga arbetssätt:

> 12. Intervjuaren: Aa och sen det här som det här testet går igenom med vetenskapliga undersökningar och hur man går till väga, känner du att det är någonting som har behandlats i skolan i undervisning?
> 13. Hampus: Ehm, lite, jo men alltså litegrann. Alltså i gymnasiet så lär man ju sig oftast mycket saker, biologi, kemi, fysik, matte men jag kommer ihåg att när jag började här så gick dom igenom lite den vetenskapliga metoden och lite så.
> 14. Intervjuaren: Mm.
> 15. Hampus: Och det gör dom väl för att det är en introduktion till naturprogrammet liksom. Men sen var det bara rätt in i att lära sig massa saker. Men det är fortfarande som en röd tråd liksom. För att allt vi gör bygger ju på vetenskap. Och det kommer ju upp ibland men inte jätteofta.
> 16. Intervjuaren: Brukar ni ta upp det under laborationer eller något sånt? I samband…
> 17. Hampus: Nej, nej typ inte.

Hampus beskriver i excerptet att han när han började det naturvetenskapsprogrammet gavs en introduktionslektion om naturvetenskapliga arbetssätt. Lärarna gick då igenom ”den vetenskapliga metoden”. Därefter har Hampus inte upplevt explicit och konkret undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt. Hampus beskriver dock att han upplever att undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt är en röd tråd genom undervisning och att det tas upp ibland. Detta mönstret om introduktionsundervisning om naturvetenskapliga arbetssätt uppkommer även i intervjun med Susann.

Nedan följer ett utdrag ur intervjun med Ida:

> 18. Intervjuaren: Och sen dom andra frågorna, är det något du känner att du har berört eller lärt dig om någonting under annan undervisning i skolan?
> 19. Ida: Ja det här med, då ska vi se, det här med att man alltid ska ha en frågeställning. När man börjar experimentera, man behöver ha det. Det är jätteviktigt att ha en frågeställning för att kunna fortsätta och gå vidare.

Ida beskriver att hon upplever att berört och har lärt sig att en vetenskaplig undersökning alltid ska ha en frågeställning. Ida beskriver att när man börjar experimentera behöver man ha frågeställningen och att frågeställningen är central för att kunna fortsätta och då vidare. Det Ida uttrycker explicit och konkret är att hon har via undervisningen har lärt sig angående aspekt 1 i VASI-testet och om naturvetenskapliga arbetssätt. Ida och Hampus har haft samma undervisande lärare i de naturvetenskapliga ämnena på gymnasiet.

Implicit undervisning - Data och bevis

Något som framkommer från intervjuerna är att alla av eleverna som intervjuades upplever att de inte har fått undervisning om data och bevis i alla naturvetenskapliga ämnen. De ämnena som eleverna upplever att de har fått undervisning om data och bevis är främst matematik och även fysik. Nedan presenteras ett utdrag ur intervjun med Sandra som beskriver sin uppfattning om undervisningen om data och bevis i de olika naturvetenskapliga ämnena:

> 20. Intervjuaren: Mm…Du tog ju upp i fysiken att ni, att du har bevis därifrån…
> 21. Sandra: Mm.
> 22. Intervjuaren: … Har du hört det i biologi och kemi, eller är det mest i fysik?
> 23. Sandra: Nej alltså, när exempel [lärare] har lektioner så har jag aldrig snackat om bevis utan då har det mest vart…den här personer…ehm… när vi snackade genetik. När det är så här stor chans. Så har hen aldrig sagt att det är bevis utan att det är en undersökning och att det är så här resultat har blivit. Så det är

ju, jag tycker att bevis är ju, ja det är säkert bevis nu. Men hen har aldrig nämnt bevis i biologin eller kemin. Så då tycker jag att bevis hamnar mer i matten och fysiken för att det inte tagits upp i just biologin och fysiken.

Sandra beskriver att begrepp som data och bevis inte används i ämnena biologi och kemi utan att det är begrepp som har använts i matematik och fysik. Även Anna, Hampus och Jennie beskriver samma uppfattning kring att det är matematik och fysik som ämne i skolan som har undervisat om data och bevis. Susann upplever att hon även har undervisats om data och bevis i biologi, när Susann ombeds beskriva ett bevis som hon har hört talats om inom biologiämnet kommer hon inte på något exempel. Ida upplever att hon endast har fått undervisning om data och bevis i matematikundervisningen. Nedan följer ett utdrag från intervjun med Hampus:

24. Intervjuaren: Och sen så vad tycker du är, om data och bevis, har ni pratat någonting om det tidigare i skolan i dom olika ämnena?
25. Hampus: Ehm, ja bevis har vi pratat om ganska mycket, till exempel matematiska bevis och så.
26. Intervjuaren: Mm.
27. Hampus: Och data har vi väll inte pratat om jättemycket om faktiskt. Det är mest bevis.
28. Intervjuaren: Har ni pratat om det någonting i biologin, kemin eller fysiken?
29. Hampus: Alltså vi har ju hanterat mycket data och bevis men vi har inte liksom sagt att, vi har inte kollat på det från en vetenskaplig synvinkel. Att det här är all data och det här är bevisen som pekar på det här liksom.
30. Intervjuaren: Mm.
31. Hampus: Ehm, fast jo ändå lite indirekt. Typ i fysiken om de visar formler då har man ju data innan och sedan ställer man upp någonting och då har man bevisat att man har fått en ny formel. Men man nämner inte det explicit typ.

I excerptet kan man följa Hampus egna beskrivning om att bevis har undervisats om i matematik- och fysikundervisningen. Hampus gör själv en skillnad mellan att hantera data och bevis och att diskutera dess innebörd och ur vetenskaplig synvinkel explicit. Nedan presenteras ett utdrag ur intervjun med Anna som beskriver sin uppfattning om hur hon har fått sin kunskap om data och bevis:

32. Intervjuaren: Känner du att du har i skolan fått undervisning om det här eller hur har du kommit fram till det här?
33. Anna: Alltså kanske inte just att dom säger det rätt ut men så här som data och bevis det är ju inte att dom har sagt det, att data betyder, bevis betyder det här.
34. Intervjuaren: Mm.
35. Anna: Utan bevis har man ju fått genom matten och då säger dom ju bevis är bevis det kommer alltid vara det.
36. Intervjuaren: Mm.
37. Anna: Oavsett om 10 år eller så. Men data liksom då tänker man liksom data måste ju vara något annat än bevis. Jag tycket inte att vi alla saker har liksom har förklarats rätt ut utan man liksom har fått liksom tänka på det lite själv.

Det Anna beskriver att undervisningen om data och bevis inte undervisas explicit eller konkret är ett centralt tema som framkom i intervjuer med Hampus, Ida, Jennie och Susann. Eleverna har uppfattningen att de själva har fått bildat sig en uppfattning om vad data och bevis är samt hur de förhåller sig till varandra. Nedan följer ett utdrag ur intervjun med Ida:

38. Intervjuaren: När man tänker den här kunskapen, till exempel skillnaden mellan data och bevis. Det kan man ju höra ibland i till exempel media, där kan man ju höra ibland att det är vetenskapligt bevisat.
39. Ida: Mm.
40. Intervjuaren: Och eh, finns det någon nytta i att förstå vad dom här orden betyder och finns det något värde i dom?
41. Ida: Ja säkert, för att det finns ju, jaa alltså om man går vidare i livet, då behöver man kunna det litegrann så att man inte känner sig utanför.
42. Intervjuaren: Mm.
43. Ida: Jag känner mig lite utanför just nu för att jag visste inte vad data var, eller själv, inte själva ordet utan själva meningen…
44. Intervjuaren: Mm.
45. Ida: … Just i den här frågan.
46. Intervjuaren: Mm.
47. Ida: Och då var det lite svårt att svara på den.

Ida beskriver att hon känner sig lite utanför i och med att hon inte vet innebörden och betydelsen av ordet data, vilket även gjorde det svårt för henne att besvara frågan. Nedan följer ett utdrag ur intervjun med Jennie där hon beskriver hur hon känner angående sina kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt:

> 48. Intervjuaren: Mm. Sen har jag några allmänna frågor. Som är: var det… Du sa att fråga 6 tyckte du var jobbig, finns det någon annan fråga som du tyckte var oklar eller extra krånglig eller något sånt?
> 49. Jennie: Ehm, alltså nej, inte så men jag tänkte att, jag tyckte att dom var, det var bra frågor. Det var frågor som jag liksom inte ens hade tänkt på.
> 50. Intervjuaren: Mm.
> 51. Jennie: Och jag kände mig typ lite dum, hur vet inte jag det här. Eller hur är jag osäker typ.
> 52. Intervjuaren: Hur kommer det sig att du kände dig dum eller osäker?
> 53. Jennie: För att alltså det här har jag ändå läst i 3 år och jag vet fortfarande inte om en vetenskaplig undersökning måste vara, börja med en vetenskaplig fråga. Jag tror att det finns ju ett svar till det men att jag inte vet det känns ändå.
> 54. Intervjuaren: Hur känner du då med din undervisning, tycker du då att den skulle ha lagts upp på något annat sätt eller känner du att du har berört dom här frågorna någonting i undervisningen?
> 55. Jennie: Hm nää inte riktigt, det var därför jag kände typ så här att jag har ingen koll typ.

Jennie beskriver att hon känner sig dum och osäker i och med att hon inte vet vad en vetenskaplig undersökning är efter de åren hon har läst på naturvetenskapsprogrammet på gymnasiet. Utifrån Jennies beskrivning kan man tolka att Jennie hade förväntat sig att hon skulle ha mer kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt än vad hon själv tolkar att hon har efter att ha genomfört VASI-testet.

Laborativa inslag och gymnasiearbete

Flera av eleverna har i intervjuerna berättat att deras laborativa undervisning har varit laborationer som beskrivs som ”recept” och har lågt antal frihetsgrader. Nedan är ett utdrag ur intervjun med Ida:

> 56. Intervjuaren: Man skulle kunna prata om laborationer att dom är upplagda på två olika sätt, ena sättet skulle man kunna beskriva som ett recept som att man kollar ”tillsätt så här mycket…” och sen så finns det en bestämd frågeställning, det här ska ni undersöka och det finns kanske ett ganska klart resultat. Och sen kan man beskriva laborationer som lite mer öppna, att man själv får bestämma frågeställning, man får bestämma metod och man kommer fram till en variation av slutsatser. Vilken utav dom här typerna av laborationer känner du att du har stött på mest i skolan?
> 57. Ida: Det första.
> 58. Intervjuaren: Den första...
> 59. Ida: För när vi gör laborationer då står det hur vi ska göra, hur vi ska gå vidare.
> 60. Intervjuaren: Aa.
> 61. Ida: Och jag tror det första är det vi har gjort de flesta gångerna.
> 62. Intervjuaren: Aa.
> 63. Ida: Jag har aldrig gjort att vi får själv bestämma, det första vi har gjort är ju gymnasiearbetet. Vi har själv kommit på frågeställningen, hur vi ska gå…
> Intervjuaren: Hur tror du att det har påverkat förmåga att kunna svara på de här frågorna?
> 64. Ida: Hm, det andra är lite svårare för man behöver ju själv komma på frågeställning, och då blir det, det tar ju mycket mycket längre tid. Jämfört med den första som du sa, då är det så hära, man vet vad man ska göra.
> 65. Intervjuaren: Aa.
> 66. Ida: Man vet redan frågeställning, man vet redan hur man ska göra steg för steg. Och då blir det mycket mycket enklare.
> 67. Intervjuaren: Mm. Tyckte du att det var svårt att komma fram till vilken frågeställning du skulle ha till ditt gymnasiearbete?
> 68. Ida: Jaa, vi kom på flera gånger och då blev vi nekade av [lärare] för att hen tyckte att det var inte så bra. Och då tillslut så kom vi på en frågeställning som hen tyckte var bra.
> 69. Intervjuaren: Mm.
> 70. Ida: Så det tar tid innan man kommer på en frågeställning.

Ida beskriver hur hennes laborativa undervisning har dominerats av ”recept”-laborationer med låga frihetsgrader. Hampus, Sandra, Susann och Jennie beskriver att de har samma uppfattning om deras laborativa undervisning. Nedan följer ett utdrag ur intervjun med Jennie:

> 71. Intervjuaren: Men känner du att… Ibland så kan man beskriva en labbrapport som ett, nästan som ett recept, att man läser olika steg som man ska göra och sen så kanske det finns ett fast resultat som man ska

komma fram till. Och sen så finns det laborationer där det är mer att man själv får bestämma frågeställning, man får bestämma vilken metod man ska använda och det finns mer en variation av svar. Vilken känner du att har? Har det varit en blandning eller känner du att någon har varit övervägande?
72. Jennie: Mhm, alltså i undervisningen eller vad jag tycker själv?
73. Intervjuaren: I undervisningen.
74. Jennie: Jag tror att dom där fasta stegen, tillsätt så mycket saltsyra och så vidare har varit typ dominant. Vi har inte fått bestämma frågeställning och sånt själva.
75. Intervjuaren: Mm.
76. Jennie: Tror jag inte. Förutom nu på gymnasiearbete. Och sen fysiklabben är det typ samma sak också.
77. Intervjuaren: Hur tror du att det har påverkat då, hur du alltså hur du har haft möjlighet att svara på dom här frågorna?
78. Jennie: Alltså labblektionerna menar du?
79. Intervjuaren: Jag tänker att utifrån den undervisningen du har fått, om du tycker att du har haft mycket det här recept hur tror du det har påverkat?
80. Jennie: Alltså, jättemycket faktiskt. Alltså det här gymnasiearbetet är typ det enda där jag känner att nu har jag fått bestämma min egna frågeställning och typ valt mitt egna metod och allting.
Intervjuaren: Mm.
81. Jennie: Ehm och det är typ det enda jag kan liksom alltså har att jämföra med. Och den är också ganska egentligen, jag skulle kunnat fått den från [lärare] liksom det är ingenting, det är inte något jag helt kommit på själv liksom. Så att jag har ju mätt bakteriefloran på andra föremål innan. Så det är liksom ingenting som jag har kommit på helt. Liksom jag aldrig testat tidigare.
82. Intervjuaren: Mm.
83. Jennie: Så att, joo det var svårt att besvara frågorna för att vi inte riktigt har pratat om det innan ifall.

I excerpten beskriver Jennie två intressanta centrala teman. Jennie beskriver först att hon upplever att hon främst har mött ”recept”-laborationer i de laborativa inslagen av undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena. Det beskrev även Ida i det excerptet som presenterade innan detta excerptet. Ida och Jennie beskriver därefter att de upplever att det var svårt för dem att genomföra deras gymnasiearbete som innefattar att inledningsvis formulera en frågeställning och planera genomförandet för att undersöka frågeställningen. I utdraget med nummer 18–19 som tidigare har presenterats visade det excerptet att Ida upplever att hon har lärt sig att vetenskapliga undersökningar måste ha en frågeställning. Den kunskapen gör inte enligt Idas uppfattning i utdraget med nummer 56–70 att hon praktiskt kan formulera en egen frågeställning. Nedan följer ytterligare ett utdrag ur intervjun med Jennie:

84. Intervjuaren: Men den fråga 6 då, den ska blev lik dom laborationer som ni har haft när ni har dragit slutsatser utifrån den data ni har fått i laborationer. Tyckte du att den kändes enklare än dom andra? Den kändes det som att du hade mer ett tydligt svar på.
85. Jennie: Aa. Jag tyckte nog att den här var nog den enklaste för att det var så hära, även fast jag fick sitta med den ganska länge för att jag tänkte vänta va? Det var så, jag hittade inte riktigt mönstret ”right away” liksom.
86. Intervjuaren: Mm.
87. Jennie: Men det var, det blev mycket enklare att säga så här är det liksom, det går inte riktigt att säga att det inte är så. För att det är så liksom.
88. Intervjuaren: Mm.
89. Jennie: Men samtidigt så aa, samtidigt så tycker jag att den var lättare men det var inte heller den enklaste. Men det var definitivt någonting som vi, jag har berört i undervisningen så det är ju liksom enklare på det sättet.

I detta excerptet beskriver Jennie hur hon upplevde hennes egen förmåga att besvara fråga 6 som är kopplad till aspekt 6. Jennie beskriver att uppgiften liknar sådant som hon upplever att de har berört i hennes undervisningen. Jennie beskriver att hon inte upplever själva uppgiften som enklare. En tolkning av excerptet från intervjun med Jennie är att hon upplevde att det var enklare att formulera ett konkret svar till frågan då hon har i mött och fått övning i likande uppgifter tidigare i t.ex. laborativa inslag.

Naturvetenskapliga arbetssätt och besöket på Vetenskapens Hus

Resultatet baseras på de enskilda intervjuerna med eleverna Anna, Hampus, Sandra, och Susann om deras uppfattning om besöket på Vetenskapens Hus bidrog till deras kunskapsutveckling om naturvetenskapliga arbetssätt. Ida och Jennie som även de deltog i enskilda intervjuer var inte närvarande på besöket på Vetenskapens Hus. Nedan kommer att utdrag presenteras från alla fyra elevernas intervjuer där alla eleverna förfrågas om vad denne lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt på besöket på Vetenskapens Hus.

Anna:

90. Intervjuaren: Aa. Kände du att besöket på Vetenskapens Hus gjorde det på något sätt enklare att besvara dom här frågorna? Tog du med dig någonting därifrån som hjälpte dig?
91. Anna: hm, jag vet inte, hon jag tyckte mer att hon eller hon hade ju lite genomgångar men jag tyckte mer att hon tog upp mer om hur man gjorde just det experimentet, typ så här, varför man gjorde, varför man tvättade. Och typ mer maskinen, vad som hände. Inte så mycket med syftet eller liksom vad man får för resultat eller så tycker jag.

Hampus:

92. Intervjuaren: Kände du att det var någonting från besöket som hjälpte dig att besvara dom här frågorna? Tog dom upp någonting inom…
93. Hampus: Ehm, jag vet inte… Hm nja, nej inte riktigt.
94. Intervjuaren: Pratade ni någonting om bevis på Vetenskapens Hus då?
95. Hampus: Om jag hade bättre minne så hade jag kunnat komma ihåg det direkt men inte vad jag kan komma på rak arm.

Sandra:

96. Intervjuaren: Och tyckte du att det fanns någonting som fanns på Vetenskapens Hus eller var det något på Vetenskapens Hus som hjälpte dig med att svar någon av dom här frågorna? Eller någonting som den berörde på Vetenskapens Hus som hjälpte dig?
97. Sandra: Ingenting som jag direkt tänkte på. Men det sitter väl lite i bakhuvet också tänker jag…

Susann:

98. Intervjuaren: Hur tyckte du att besöket var då? Vad tyckte du att du lärde dig?
99. Susann: Eh, hm, att vissa instruktioner behövs följas ganska noggrant. Om man inte vill att försöket ska ”faila”.
100. Intervjuaren: Tänker du protokollet då som ni fick?
101. Susann: Aa exakt. Så till exempel nu på den laborationen som vi har, man behöver ju inte vara jättenoggrann. Alltså det är ju en droppe man behöver ju inte räkna det med mikroliter och sånt.
102. Intervjuaren: Mm.
103. Susann: Du droppar en där och bara skojar. Du droppar och skojar och sånt. Eh du behöver inte ah vara så precis som det behövdes på Vetenskapens Hus.
….

104. Intervjuaren: Mm. Och sen så fanns det någonting i besöket på Vetenskapens Hus som du tyckte hjälpte dig att besvara på det här testet?
105. Susann: Eh…
106. Intervjuaren: … Fick du på något sätt en större förståelse om arbetssättet eller?
107. Susann: Ehm, skulle inte säga det.
108. Intervjuaren: Mm.
109. Susann: För att det, kanske på dom metoder som man kan använda sig utav. Men allmänt, jag skulle inte säga det.

Anna och Susann säger uttryckligen att de inte lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus som de hade användning för när de besvarade VASI-testet. Sandra och Hampus är lite mer vag i deras svar angående om de lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus. Sandra säger ”Ingenting som jag direkt tänkte på. Men det sitter väl lite i bakhuvet också tänker jag…”. Det kan tolkas som att hon lärde sig något som naturvetenskapliga arbetssätt som hjälpte henne besvara frågorna i VASI-testen men att hon inte riktigt kan beskriva eller

identifiera om hon lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus. Hampus svarar ”nja, nej inte riktigt” vilket är i enlighet med Annas och Susanns uppfattning, att de inte lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus som de hade användning för när de besvarade VASI-testet. Därefter antyder Hampus att han inte kommer ihåg om det talades om bevis under besöket på Vetenskapens Hus. Anna och Susann beskriver att dom upplever att dom lärde sig om just den metoden som de mötte under besöket på Vetenskapens Hus. Sammanfattningsvis är Annas, Hampus, Sandras och Susanns uppfattning att de inte direkt lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus som de senare kunde ha användning för när de besvarade VASI-testet.

Diskussion

En slutsats som kan dras ifrån studien är att eleverna har en begränsad förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt, vilket besvarar frågeställning 1. Elevernas svar var i hög utsträckning naiva svar och därefter mixade svar. Den aspekt som eleverna besvarade med ett informerat svar i högst uträckning var aspekt 6. Därefter följde aspekterna 3 och 4. Aspekt 3 hade antingen naiva eller informerade svar, vilket är ett mer polariserat resultat jämfört med de andra aspekterna. De aspekterna som hade högst procentuell fördelning av naiva svar var aspekterna 3 och 7.

En annan slutsats utifrån de intervjuerna som genomfördes i studien är att eleverna upplever att undervisningen om naturvetenskapliga arbetssätt har getts som en introduktion när de började gymnasiet samt att den därefter undervisas implicit. Flera av eleverna beskriver att undervisningen om data och bevis endast har varit i ämnena matematik och fysik samt att de i stor utsträckning inte har definierat dessa begreppen. Det kan vara en bidragande faktor till att eleverna i hög utsträckning besvarade frågan kopplad till aspekt 7 med ett naivt svar (53 %) i VASI-testet. Eleverna beskriver att deras laborativa undervisning i hög utsträckning har varit ”recept”-laborationer med låga frihetsgrader. Det kan vara en förklarning till att eleverna i högst utsträckning besvarade frågan kopplad till aspekt 6 med informerade svar. Eleverna har fått öva mest i att komma fram till slutsatser utifrån data från undervisning i laborativa inslag i det naturvetenskapsprogrammet på gymnasiet. I och med att de har i låg utsträckning fått öva på att till exempel formulera en frågeställning beskriver flera elever att de upplevde att det var svårt att formulera och planera genomförande av deras gymnasiearbete. Dessa slutsatser ger svar till frågeställning 2.

Två elever beskriver känslor dumhet och osäkerhet och upplevelser som utanförskap som de beskriver som kopplade till deras kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt. Det tyder på att den undervisningen som eleverna har fått om naturvetenskapliga arbetssätt har påverkat dessa elevernas självkänsla och upplevelse om de är inkluderade.

Frågeställning 3 var ”Hur upplever eleverna att besöket på Vetenskapens Hus har bidragit till att utveckla deras kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt?”. Slutsatsen som kan dras ifrån studien är att de eleverna som intervjuades och var närvarande under besöket på Vetenskapens Hus uppfattade att de inte direkt lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt under besöket på Vetenskapens Hus.

Elevernas begränsade förståelse om naturvetenskapliga arbetssätt är i linje med de resultat som Lederman m.fl. (2019) fann om högstadieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt. De fann högstadieelevernas kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt var naiva vilket enligt resultaten av denna studien visade. De naiva uppfattningarna om naturvetenskapliga arbetssätt som Lederman m.fl. (2019) identifierade hos svenska högstadieelever har nu visat sig består i hög utsträckning även i årskurs 3 på gymnasiet.

Både elevernas upplevelser av naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet och deras erfarenheter av naturvetenskapliga arbetssätt och besöket på Vetenskapens Hus beskriver undervisningen som implicit och begränsad. De uppfattningar som eleverna har om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet överensstämmer även med de PISA-resultaten om 15-åriga elevers har fått om deras kunskaper om

naturvetenskapliga arbetssätt under undersökningarna både 2006 och 2015 finns det ett uppenbart behov av att lägga mer fokus på att undervisa eleverna om naturvetenskapliga arbetssätt (Skolverket, 2007; Skolverket, 2016). Elevernas uppfattning om deras undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt överensstämmer även med de resultat som Högström m.fl. (2010, 2012) visar om lärare syfte och mål i laborativa inslag. De visade att undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt i låg utsträckning inkluderades i lärarnas mål och syften i laborativa inslag (Lederman, 2009; Lederman m.fl., 2014). Resultatet tycks också överensstämma med Gyllenpalm m.fl. (2010b) som visade att högstadielärarna använder laborativa inslag som en undervisningsmetod för att eleverna ska lära sig om naturvetenskapliga produkter istället för att undervisa om naturvetenskapliga undersökningsmetoder eller arbetssätt. Gyllenpalm m.fl. (2010a) artikel beskriver frihetsgrader i samband med laborationer. Eleverna behöver få övning i att t.ex. formulera en frågeställning eller att planera en metod. För att det ska vara möjligt behöver laborationen ha minst en frihetsgrad. Således minst någon del i laborationen som inte är bestämt i instruktionerna. Resultatet visar på att eleverna uppfattar i hög utsträckning att laborationerna de har mött i sin undervisning på gymnasiet har varit ”recept”-laborationer. Vilket är laborationer med bestämd frågeställning, metod och ett fast resultat. Det kan ha en inverkan på elevernas resultat i VASI. Trots att biologins ämnesplaner och det naturvetenskapsprogrammets examensmål beskriver hur kurserna ska behandla innehåll om naturvetenskapliga arbetssättet (Skolverket, 2018a; Skolverket, 2018b), är i stor utsträckning elevernas uppfattning att de inte har fått undervisning om data och bevis i ämnet biologi.

Alla eleverna som deltog under besöket på Vetenskapens Hus upplevde att de inte lärde sig om naturvetenskapliga arbetssätt. Det behöver nödvändigtvis inte vara en kritik mot upplägget som laborationen hade på Vetenskapens Hus. Ett laborativt inslag kan ha andra syften och mål än att undervisa om naturvetenskapliga arbetssätt. Anderhag (2015) belyser den möjligheten som informella lärmiljöer och ”science centers” likt Vetenskapens Hus har att använda den avancerade tekniken som de har tillgång till att undervisa eleverna om naturvetenskapliga arbetssätt. Med det syftet som Vetenskapens Hus har att inspirera eleverna att välja studier efter gymnasiet som är inriktade mot naturvetenskap finns det ett värde att visa och undervisa eleverna om naturvetenskapliga arbetssätt. En inkludering av naturvetenskapliga arbetssätt hade i sådana fall behövts göra kontinuerligt mot den ordinarie undervisningen som då också behöver behandla naturvetenskapliga arbetssätt som Anderhag (2015) belyser, detta för att möjliggöra att eleverna lär sig.

Däremot behöver undervisning om naturvetenskapliga arbetssätt undervisas explicit och kontinuerligt i både klassrumsundervisning och i laborativa inslag för att eleverna ska lära sig om naturvetenskapliga arbetssätt. Anderhag (2015) och Piqueras m.fl. (2008) samt andra forskare beskriver utifrån resultaten från deras studier att för att eleverna ska lära sig i laborativa inslag behöver eleverna bli medvetna om laborationens syfte, mål och kunskapsinnehåll. Det kan både kopplas till laborativa inslag i elevernas ordinarie lärmiljö eller i en informell lärmiljö. Det blir också betydelsefullt i den aspekten som Ida och Jennie beskriver i intervjuerna, Ida beskrev under intervjun att hon kände sig lite utanför och Jennie beskrev att hon kände sig dum och osäker. Det som Ida och Jennie beskrev i intervjuerna är kopplat till deras egen uppfattning om att deras kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt och eventuellt deras uppfattning om hur de har presterat på VASI-testet. De känslor som de upplever är kopplade till en dålig självkänsla och självförtroende.

Studiens resultat tyder på ett behov (i alla fall i den här skolan) av att dels i större utsträckning kontinuerligt inkludera och explicit undervisa om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet. Undervisningen bör inkluderas i så väl klassrumsundervisning, laborativa inslag och i informella lärmiljöer för att undervisningen om naturvetenskapliga arbetssätt ska vara kontinuerlig och genomsyra all naturvetenskaplig undervisning. Jag skulle vilja undersöka vidare om gymnasieelevers kunskaper om naturvetenskapliga arbetssätt med VASI-testet och ett större urval vara av intresse. Även studier med utökat urval om elevers uppfattning om naturvetenskapliga arbetssätt som innehåll i det naturvetenskapsprogrammet vore relevant och av intresse. Ett annat område jag skulle vilja undersöka är gymnasielärares syften och mål i laborativa inslag samt hur de förhåller sig till ämnesplanerna likt studierna Högström m.fl. (2010, 2012).

Referenser

Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. International Journal of Science Education, 30(14), 1945–1969.

Anderhag, P. (2015). Hur kan informella lärmiljöer användas för att stödja elevers lärande och intresse för naturvetenskap?

Bryman, A. (2018). Samhällsvetenskapliga metoder (3:e uppl.; B. Nilsson, Övers.). Liber AB.

DeWitt, J., & Hohenstein, J. (2010). Supporting Student Learning: A Comparison of Student Discussion in Museums and Classrooms. Visitor Studies, 13(1), 41–66. Doi:10.1080/10645571003618758

Gyllenpalm, J., Christiansson, U., & Friggebo, P. (2018). Connecting two laboratory tasks under an umbrella of uncertainty: Hooke's law and simple harmonic motion. Physics Education, 53(5), 055023. Doi:10.1088/1361-6552/aad279

Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011a). "Experiments" and the inquiry emphasis conflation in science teacher education. Science Education, 95(5), 908–926. Doi:10.1002/sce.20446

Gyllenpalm, J., & Wickman, P.-O. (2011b). The Uses of the Term Hypothesis and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. International Journal of Science Education. 33. 1993-2015. Doi:10.1080/09500693.2010.538938.

Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O., & Holmgren, S.-O. (2010a). Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. Nordic Studies in Science Education, 6(1), 44-60. Doi:10.5617/nordina.269

Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O., & Holmgren, S.-O. (2010b). Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? International Journal of Science Education, 32(9), 1151–1172. Doi: 10.1080/09500690902977457

Gymnasieantaningen Storsthlm. (2016). Hämtdatum: 2019-05-25. https://www.gyantagningen.se/antagningsstatistik/slutliga-antagningar/slutlig-antagning-2016.html

Gymnasium. (2017). Hämtdatum: 2019-05-25. https://www.gymnasium.se/nyheter/inspiration/snittbetyg-gymnasiet-2017-12455

Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. Journal of Curriculum Studies, 28(2), 115–135.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28–54. Doi:10.1002/sce.10106

Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. Nordic Studies in Science Education, 2(3), 54-66–66. Doi:10.5617/nordina.414

Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2010). Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction. Research in Science Education, 40, 505-523. Doi:10.1007/s11165-009-9131-3.

Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: the importance of teacher and student interaction. Research in Science Education, 40(4), 505–523.

Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2012). Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv. Nordic Studies in Science Education, 6(1), 80–91–91. Doi:10.5617/nordina.332

Kvale, S. (1997). Den kvalitativa forskningsintervjun (S.-E. Torhell, Övers.). Lund: Studentlitteratur.

Lederman, J. S. (2009). Teaching scientific inquiry: Exploration, directed, guided, and opened-ended levels. In National Geographic Science: Best Practices and Research Base, 8–20.

Lederman, N. G., & Lederman, J. (2004). PROJECT I CAN: A PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROJECT TO PROMOTE TEACHERS' AN D STUDENTS' KNOWLEDGE OF NATURE OF SCIENCE AN D SCIENTIFIC INQUIRY. Från: http://bit.do/eUr9z

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., … Zhou, Q. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. Journal of Research in Science Teaching, 0(0). Doi:10.1002/tea.21512

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. Journal of Research in Science Teaching, 51(1), 65–83. Doi:10.1002/tea.21125

Lunetta, V., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. Handbook of Research on Science Education, 393–441.

Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. National Academy of Sciences, Washington, DC.

Nyrén, P., & Lundin, A. (1985). Enzymatic method for continuous monitoring of inorganic pyrophosphate synthesis. Analytical Biochemistry, 151(2), 504–509. Doi:10.1016/0003-2697(85)90211-8

Nyrén, P., Pettersson, B., & Uhlén, M. (1993). Solid Phase DNA Minisequencing by an Enzymatic Luminometric Inorganic Pyrophosphate Detection Assay. Analytical Biochemistry, 208(1), 171–175. Doi:10.1006/abio.1993.1024

Piqueras, J., Seneby, N., & Hamza, K. (2008). Learning from young experts: a study of the interplay between students and young experts in a biology lab. National Association of Research in Science Teaching International Conference. Impact of Science Education Research in Public Policy ,1–5.

Roberts, D. A. (1982). Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education. Science Education, 66(2), 243–260.

Ronaghi, M., Uhlén, M., & Nyrén, P. (1998). A Sequencing Method Based on Real-Time Pyrophosphate. Science, 281(5375), 363–365. Doi:10.1126/science.281.5375.363

Skolverket. (2007). Publikation - PISA 2006 - 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera - naturvetenskap, matematik och läsförståelse. Skolverket, Stockholm.

Skolverket. (2016). PISA 2015 – 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik. Skolverket, Stockholm 2016, 58.

Skolverket. (2018a). Program - Naturvetenskapsprogrammet (Gymnasieskolan). Skolverket, Stockholm.

Skolverket. (2018b). Ämne - Biologi (Gymnasieskolan). Skolverket, Stockholm.

Skolverket. (2018c). Ämne - Naturvetenskaplig specialisering (Gymnasieskolan). Skolverket, Stockholm.

Vetenskapens Hus. (u.å.a). Hämtad 07 januari 2019, från https://www.vetenskapenshus.se/om-oss/om-vetenskapens-hus

Vetenskapens Hus. (u.å.b). Kriminalteknik med DNA-sekvensering, lång (gy) | Vetenskapens Hus. Hämtad 27 november 2018, från https://www.vetenskapenshus.se/bokning/skolprogram/kriminalteknik-med-dna-sekvensering-lang-gy

Bilagor

Bilaga 1. Laborationsprotokoll på Vetenskapens Hus

PROVFÖRBEREDELSE FÖR PYROSEKVENSERING

Kemikalier: Magnetkulor (med streptavidin), DNA från en misstänkt* (med biotin), Washing buffer (WB), Tris-EDTA (TE), 0,1M Natriumhydroxid (NaOH), Annealing buffert (A), Primer NUSPT, Enzym, Substrat

***Misstänkta:**	Valdemar 68,	Offer	Helene 34,	Brorsdotter
	Michelle 29,	Hustru	Philip 42,	Son
	Albert 61,	Halvbror	Ove 37,	Känd brottsling
	Edit 64,	Butler	Katja 17	Barnbarn

Utförande:

1. Tvätta (se baksida) **en** gång med 50 µl WB.
2. Tillsätt 48 µl WB (**ingen tvättning → använd <u>inte</u> magnetstället**)
3. Tillsätt 52 µl DNA från misstänkt, blanda (slutvolym: 100 µl)
4. Inkubera i 20 minuter i 43°C

5. Tvätta **två** gånger med 50 µl TE
6. Tillsätt 20 µl NaOH, blanda
7. Inkubera i 1 minut i rumstemperatur **Obs! inte i magnetstället**

8. Tvätta **två** gånger med 50 µl buffert A
9. Tillsätt 20 µl buffert A
10. Tillsätt 2 µl primer NUSPT, blanda
11. Inkubera 3 minuter i 70°C
12. Låt provet svalna till rumstemperatur i 10 minuter

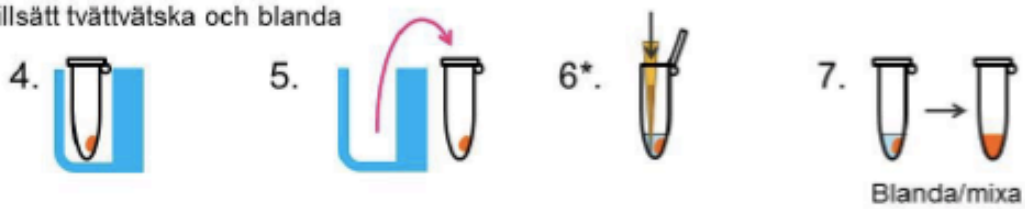
13. Tvätta **två** gånger med 50 µl buffert A
14. Tillsätt 40 µl buffert A och blanda
15. Tillsätt 6 µl **enzym** och 6 µl **substrat** – blanda (använd <u>ej</u> mixer!)

    Provet är nu klart för sekvensering!

Tvättschema

Ta bort vätskan från magnetkulorna

Tillsätt tvättvätska och blanda



Ta bort tvättvätskan från magnetkulorna

* Vid tvättning två gånger med samma vätska: genomför steg 1-11 följt av steg 6-11

Bilaga 2. Kriminalteknologi med DNA-sekvensering

Teoretiskt innehåll i laborationen- Pyrosekvensering

Hårstråets DNA-sekvens bestäms med hjälp av en metod kallad pyrosekvensering. Pyrosekvensering är en svensk uppfinning som Pål Nyrén uppfann. Pål Nyrén är professor på KTH inom Biokemi. Pyrosekvensering är en alternativ metod till den dyrare DNA-sekvenseringen som finns tillgänglig. Pyrosekvensering bestämmer DNA-sekvensen genom att bygga upp enkelsträngat DNA på samma sätt som kroppen gör i DNA-replikation.

DNA-polymeraset är ett enzym som är aktivt vid DNA-replikation och bygger upp den komplementära strängen till enkelsträngat DNA. De fyra kvävebaserna, Adenin (A), Tymin (T), Cytosin (C) och Guanin (G), tillsätts en och en i from av deoxynukleotid trifosfat (dNTP – där N står för de olika kvävebaserna). Om den dNTP som har tillsatts är komplementär till den kvävebasen på det enkelstängade DNA:t där DNA-polymeras är aktivt sker efterföljande steg. Vid inbindning av dNTP frigörs två av tre stycken av fosfatgrupper från kvävebasen, en fosfatgrupp bygger upp ryggraden av DNA-strängen. Dessa två fosfatgrupperna bildar en molekyl kallas pyrofosfat (PPi) som har gett denna metoden sitt namn. I kroppen bryts PPi ned direkt, i analysen tillsätts två enzym ATP-sulfurylas och Luciferas och som gör att PPi reagerar vidare. ATP-sulfurylas använder substraten APS och PPi och omvandlar det till Adenintrifosfat (ATP). ATP används tillsammans med substratet Luciferin som enzymet Luciferas omvandlar till oxyluciferin som genererar ljus. Ljusmängen är proportionell mot den mängd ATP som bildas i reaktionen som katalyseras av Luciferas och därmed hur många dNTP som har bundits in i till dem komplementära strängen. Ljuset kan sedan detekteras med hjälp av en kamera, varje gång en kvävebas binds in i den komplementära strängen fås således en topp i pyrogrammet från ljuset. De dNTP som inte binds in till den komplementära strängen bryts ned med hjälp av enzymet Apyras till deoxynukelotidmonofosfat (dNMP) och fosfat. Apyras katalyserar även nedbrytningen av ATP till adeninmonofosfat (AMP) och fosfat. På så sätt finns inte dNTP kvar i lösningen tills att en ny uppsättning av dNTP tillsätts. Pyrosekvenserings maskingen tillsätter dNTP i en specifik ordning, först G, därefter C, T och A. Med hjälp av pyrosekvenseringen och pyrogrammet kan man identifiera DNA-sekvensen genom att vi ser vilken kvävebas som binds och i vilken ordning. (Nyrén & Lundin, 1985; Nyrén, Pettersson, & Uhlén, 1993; Ronaghi, Uhlén, & Nyrén, 1998)

Provberedning

Innan DNA-sekvenseringen med pyrosekvensering förbereds provet med DNA-strängen från hårstrået. Inför provberedningen har DNA-strängen kopierats med hjälp av tekniken Polymeraskedjereaktion (Eng. Polymerase Chain Reaction PCR), då sattes Biotin på DNA-strängarna. I provberedningen används en teknik som kallas fastfasteknik. Då används magnetkulor, på magnetkulorna finns Streptavidin som binder starkt till Biotin med en icke-kovalent bildning, vilket gör att DNA-strängarna kopplas till magnetkulkorna. Efter att DNA-strängarna har tillsatts till magnetkulelösningen får blandningen inkubera i 20 min. Under provberedningen används ett magnetställ vilket drar till sig magnetkulorna och de kopplade DNA-strängarna från lösningen de befinner sig i. Det gör att DNA-strängarna inte riskerar att förloras när lösningen som magnetkulorna är i byts ut.

När DNA-strängarna har fästs till magnetkulorna tillsätts Natriumhydroxid (NaOH) till lösningen. NaOH bryter vätebindningarna mellan de dubbelsträngade DNA-strängarna. Det gör att DNA-strängarna blir enkelsträngande, lösningen får inkubera i 1 min. Den komplementära strängen tvättas bort från lösningen efter inkubationstiden. För att kunna utföra DNA-sekvenseringen behöver en primer fästas på den enkelsträngade DNA-strängen var vid den komplementära strängen kommer att byggas upp med hjälp av DNA-polymeras under DNA-sekvenseringen. Primer är en enkelsträngad DNA-sekvens som indikerar var DNA-replikationen ska inleda. Primer tillsattes till lösningen och inkuberades i 20 min. Det sista steget i protokollet är att enzym och substrat tillsätts till lösningen med DNA-strängen. De enzym som tillsattes var DNA-polymeras, ATP-Sulfurylas, Luciferas och Apyras substraten som tillsattes var Adenosine 5'fosfosulfat (APS) och Luciferin.

Bilaga 3. Samtycke till inspelning på Vetenskapens Hus

Stockholms universitet

Stockholms Universitet
Cristin Lindén

Samtycke till medverkan i studie

Hej,

Mitt namn är Cristin Lindén och jag arbetar med en undersökning som en del av min Masterutbildning i didaktik. Temat är elevers lärandeprogression inom naturvetenskapens karaktär och arbetssätt under laborativa inslag. Jag har valt att fokusera på laborationen ”Kriminalteknologi” på Vetenskapens Hus. Syftet är att bidra till att utveckla besöket på VH och undervisningen i biologi i skolor.

För att göra det vill jag spela in samtal mellan besökshandledare, elever, lärare och elever samt mellan elever under laboration. Ljudinspelningarna kommer analysera med fokus på lärande inom naturvetenskapens karaktär och arbetssätt.

Din medverkan, om du väljer att delta, är frivillig och anonym, det vill säga att det inte kommer att gå att identifiera individer med hjälp av elevens namn, skolans namn eller liknande. Du kan när som helst välja att hoppa av och inte delta utan att behöva motivera det. Ljudinspelningarna kommer att hanteras konfidentiellt, och lagras så att med säkerhet ingen annan kan få tillträde till filerna. Alla inspelningar kommer att raderas efter att min masteruppsats har blivit godkänd.

Om Du önskar att frivilligt ge ditt samtycke till att delta i studien genom ljudinspelning med diktafoner under laborationen fylla i och skriva under nedanstående del och lämnar in den innan laborationen börjar.

Om du vill komma i kontakt med mig eller har frågor når du mig på telefonnummer: 073 404 29 58 eller e-mail: cristin.linden@gmail.com, eller min handledare Jakob Gyllenpalm: jakob.gyllenplam@mnd.su.se.

Namn: _____

Ringa in!

Jag samtycker till att delta i ljudinspelningen som används enligt beskrivet ovan:

JA

NEJ

Datum och underskrift: _____

Bilaga 4. VASI-testet

Synsätt på vetenskaplig forskning

Namn: _____

Klass: _____

Datum: _____

Följande frågor handlar om din syn på vetenskap och vetenskapliga undersökningar. Det finns inga svar som är rätt eller fel.

Vänligen svara på var och en av följande frågor. Du kan använda allt utrymme som ges för att svara på en fråga och fortsätta på papprets baksida om nödvändigt.

1) En fågelintresserad person studerade hundratals olika fåglar som äter olika slags mat. Han märkte att fåglar som äter liknande sorters mat, tenderar att ha liknande form på näbben. Fåglar som äter nötter med hårda skal har till exempel korta starka näbbar, och fåglar som äter insekter har långa, smala näbbar. Han undrade om formen på en fågels näbb var relaterad till den typ av mat som fågeln äter och han började samla in data för att få svar på den frågan. Han drog slutsatsen att det finns ett samband mellan näbbens form och den sorts mat som fågeln äter.

   a) Anser du att den här personens undersökning är vetenskaplig? Förklara varför du tycker det eller varför inte.

   b) Anser du att den här personens undersökning är ett experiment? Förklara varför du tycker det eller varför inte.

   c) Anser du att vetenskapliga undersökningar kan genomföras på mer än ett sätt? Om du svarat nej, förklara varför det bara finns ett sätt att genomföra en vetenskaplig undersökning på.

      Om du svarat ja, beskriv två undersökningar som har olika metoder, och förklara på vilka sätt metoderna är olika och ändå kan betraktas som vetenskapliga.

2) Två elever får frågan om vetenskapliga undersökningar alltid måste börja med en vetenskaplig fråga. Den ena eleven säger "ja" och den andra säger "nej". Vem håller du med och varför?

3) (a) Om flera forskare ställer *samma fråga* och samlar in data *på samma sätt*, är det då säkert att de kommer fram till *samma slutsatser*? Förklara varför eller varför inte?

(b) Om flera forskare ställer *samma fråga* och samlar in data *på olika sätt*, är det då säkert att de kommer fram till *samma slutsatser*? Förklara varför eller varför inte?

4) Förklara om "data" och "bevis" skiljer sig från varandra.

5) Två forskarlag går till sitt labb en dag och ser en bil med ett punkterat däck. De undrar: "Har vissa märken på bildäck högre sannolikhet att få punktering?"

Lag A gick tillbaka till labbet och testade olika däcks prestanda på ett slags vägunderlag.

Lag B gick tillbaka till labbet och testade ett slags däck prestanda på tre olika slags vägunderlag.

Förklara varför det ena lagets undersökning är bättre än det andra lagets.

6) Tabellen nedan visar förhållandet mellan hur mycket en växt växer på en vecka och antalet minuter ljus som den får varje dag.

Antal minuter ljus per dag	Tillväxt (cm per vecka)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

Förklara, med hjälp av datan i tabellen, vilken av följande slutsatser som du håller med om och varför.

Ringa in ett alternativ:

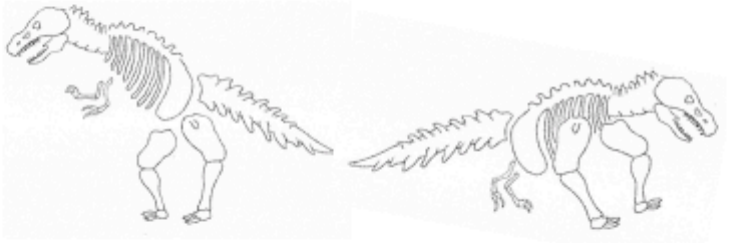
a) Växter blir högre om de får **mer** solljus.

b) Växter blir högre om de får **mindre** solljus.

c) Tillväxten är **inte relaterad** till solljus.

Förklara ditt val av a, b, eller c här:

7) Benfossilerna från en dinosaurie har hittats av en grupp forskare. Två olika sätt att sätta ihop skeletten har tagits fram som visar här nedan.



Figur 1 Figur 2

a) Beskriv minst två anledningar till varför du tror att de flesta forskarna är överens om att djuret i *figur 1* är det bästa sättet att sätta ihop benen.

b) Med tanke på ditt svar på frågan ovan, vilka typer av information använder forskare för att förklara sina slutsatser?

Bilaga 5. Intervjuguide

Intervjuguide

Informera om:

- **Anonymitet** – ej kopplat till eleven eller skolan.
- Spela in intervjun – kommer tas bort när arbetet är klart
- Att du när som helst kan avbryta intervjun eller önska att inte besvara en fråga.

- **Inleda med frågor kopplade till elevens svar på VASI –** där jag kan fråga eleven om hen kan förtydliga något i sitt svar eller om hen vill utveckla något. Kan ställa följdfrågor på eleven svar om det har varit otydligt. Ge eleven möjlighet att läsa igenom sina svar på VASI.

  - **Läsa igenom –** vill du ändra något och i så fall varför?
  - Finns det någonting du vill tillägga eller förtydliga på någon av frågorna muntligt?
  - Har du förstått frågan?
  - Var något konstigt i frågans formulering?
  - Associerar du detta till något du har läst, gjort eller pratat om i skolan?
  - Roligt/Intressant?
  - Är detta viktig kunskap att veta i något sammanhang?
  - Tyckte du någon fråga var speciellt lätt/svår i tester?
  - Hur ser du på syftet kring att lära sig om naturvetenskapens arbetssätt?
  - Data och bevis – har ni pratat om det tidigare? I vilket sammanhang?

- **Frågor kring besöket på Vetenskapens Hus**:
  - Varför var ni på vetenskapens hus och vad lärde du dig där?
  - Vad uppfattade du som syftet/viktig kunskap att få med sig från besöket på VH på ”lektionen-efter-besöket”?
  - Fanns det något du lärde dig på besöket på VH som du hade användning utav till det här testet?

- **Övriga frågor – kopplade till elevens svar i VASI och till vad hen har sagt.**

Stockholms universitet/Stockholm University
SE-106 91 Stockholm
Telefon/Phone: 08 – 16 20 00
www.su.se

Stockholms universitet