

Det här är på riktigt

**– Att ställa frågorna själv och
designa egna experiment**

Titel: Det här är på riktigt – Att ställa frågorna själv och designa egna experiment

Juni 2020

En projektrapport publicerad för Uppsala kommun

Artikelnummer:

Författare: Margareta Andrén & Anna Levin

E-post: margareta.andren@skrapan.uppsala.se och anna.levin@skrapan.uppsala.se

Uppsala kommun

Sammanfattning

Studiens syfte var att ta reda på hur elevers intresse och nyfikenhet, samt förmåga att arbeta vetenskapligt påverkas genom en undervisning där de själva ställer frågor och designar egna experiment. Undersökningen genomfördes under två år med 55 - 62 gymnasieelever i två klasser i årskurs 1 på naturvetenskapliga programmet. Eleverna som deltog i undersökningen studerade grundämnens kretslopp i projektform. År 1 blev grupperna tilldelade ett grundämne där laborationer och frågeställningar var styrda. År 2 valde grupperna själva grundämne och formulerade sina frågeställningar och utarbetade metoder för att undersöka dessa. Arbetet utvärderades båda åren med en enkät. För att undersöka progression i ämneskunskap och i vetenskapligt arbetssätt genomfördes år 2 en diagnos och ett eftertest. År 2 genomfördes också fokusgruppsintervjuer i båda klasserna. När det gäller utveckling av det vetenskapliga arbetssättet upplevde eleverna en viss progression. Vår bedömning från studien är att elevernas vetenskapliga självförtroende växte markant när de själva ställde frågor, designade experiment och vågade lita på sina egna slutsatser. Majoriteten av eleverna upplevde att designa egna laborationer stärkte deras förmåga till eget lärande. Studien visar att arbetssättet har betydelse för hur intresse och nyfikenhet väcks och kan hållas vid liv, skapar engagemang och drivkraft för lärande. Frihet i att formulera frågeställningar, som kunde kopplas till omvärlden, gjorde att eleverna upplevde projektet som på riktigt.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	5
<u>Inledning</u>	6
Bakgrund	7
Teoretiskt ramverk	9
Syfte och frågeställningar.....	11
<u>Metod</u>	12
Metodbeskrivning	12
Databearbetning och analys	15
<u>Resultat</u>	15
Enkäter år 1 och 2.....	15
Diagnos och eftertest	19
Gruppintervju	22
<u>Diskussion</u>	23
Enkäter år 1 och 2.....	23
Diagnos och eftertest	24
Gruppintervju	24
Återkoppling till bakgrundsteorierna och det teoretiska ramverket	25
Referenser.....	28
Bilagor	30

Inledning

Våra funderingar kring hur man i skolan kan förstärka de lärprocesser som syftar till att aktivera och engagera elever, började med att en av oss hösten 2016 gick en tre dagars fortbildningskurs för lärare på Lovécentret Tjärnö (Institutionen för marina vetenskaper, Göteborgs universitet) med titeln ”Tänka som en forskare”.

På kursen fick deltagarna i grupp studera ett fenomen i naturen, formulera en hypotes och utföra ett experiment för att testa sin hypotes. I kursbeskrivningen stod att kursen ville inspirera till ”en alternativ strategi som uppmuntrar och vägleder eleverna att våga lita på sina egna observationer och förklaringar och genomföra forskning, d v s söka ny kunskap”. I den andan vill vi med den här studien utforma ett användbart didaktiskt moment som ger elever möjlighet att utveckla sitt lärande utifrån nyfikenhet och intresse.

I kurserna biologi, fysik och kemi på det naturvetenskapliga programmet, ingår att utveckla förmågan ”att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor, samt att identifiera, formulera och lösa problem” (Skolverket, 2010). Många laborationer på gymnasieskolans naturvetenskapliga program följer en förutbestämd mall där frågeställning såväl som resultat och slutsats är givet från början. I lärandesituationer innebär det ofta att elever besvarar frågor som andra har ställt (Chinn & Malthotra, 2002). Lärares behov av att veta mer om hur laborationer kan planeras utifrån olika syften, har resulterat i att Skolforskningsinstitutet just nu genomför en forskningsöversikt med rubriken ”Laborationer i naturvetenskapsundervisningen” (2020).

För att uppnå samtliga kunskapskrav i de naturvetenskapliga ämnena krävs en skolkultur som aktivt arbetar med att träna alla elever, utifrån sin nivå, på att tänka självständigt och att nyfikenheten se sig omkring efter komplexa nya frågor att ställa om sin omvärld. Idén med projektet ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” är att stimulera självständighet och nyfikenhet. Strävan är att arbetssättet skall få med både lågpresterande och högpresterande elever och därmed gynna flertalets skolprestationer. Vår tanke med detta arbetssätt är att det i förlängningen kan ge ett ökat intresse för naturvetenskap i skolan och i samhället som stort.

Det systematiska kvalitetsarbetet (SKA) på skolan där undersökningen genomfördes, framhåller att varje elev ska ha en god personlig, kunskapsmässig och social utveckling samt att alla elever ska nå minst E i samtliga kurser. Skolans systematiska kvalitetsarbete fokuserar på hur undervisningen genomförs och vad som fungerar bra och mindre bra. Metodiken utvärderas kontinuerligt i ämnesutvecklingsgrupperna så att goda exempel sprider sig som ringar på vattnet. Det här projektet är en del av detta kvalitetsarbete. Under många år har skolan haft ett tvärvetenskapligt samarbete inom biologi 1 och kemi 1 vad gäller biogeokemiska kretslopp. Det här projektet syftar till att utveckla samarbetet till någonting mer kreativt där elevers nyfikenhet stimulerar dem till att själva formulera frågeställningar och designa egna experiment.

Bakgrund

Nyfikenhet och intresse

Elevaktiverande metoder kan gynna intresset för naturvetenskap då elever kan lära sig att bli intresserade och därmed utveckla ”en smak för naturvetenskap” (Aikenhead, 2006 och Anderhag, 2014). Almqvist et al. (2017) framhåller att goda lärandemiljöer är prestations- och motivationshöjande och ett sätt att skapa en god lärandemiljö är att låta elever tillsammans lösa ett mysterium och på köpet förvärva ett naturvetenskapligt arbetssätt (Christensson et al., 2015). En internationell studie (The relevance of science education, ROSE) visade att elever i 15-årsåldern är mer intresserade av vissa områden inom naturvetenskapen (Schreiner & Sjöberg, 2004 och Sjöberg & Schreiner, 2010). Det innebär att en undervisning som är anpassad till elevers intresseområden kan öka nyfikenheten och intresset för naturvetenskap (Eilks & Hofstein, 2013). Ett europeiskt samarbete mellan 11 länder (TEMI, teachingmysteries.eu/en/) utnyttjade elevers naturliga nyfikenhet för att besvara olösta frågor (Jidesjö et al., 2009 och Oskarsson & Karlsson, 2011).

I en svensk studie (Lindahl, 2003) undersöktes 80 elevers lust att lära naturvetenskap och teknik. Eleverna följdes från åk 5 - 9. I undersökningen framkom att undervisningen upplevdes som rolig och stimulerande då eleverna fick ta eget ansvar och själva formulera frågor och söka svar. Ändå upplever lärare ofta en undervisning med fokus på att utveckla förmågan att ställa undersökningsbara frågor som en utmaning i den naturvetenskapliga undervisningen (Christensson et al., 2015).

Risken finns att elever som inte tränas i att tänka själva blir mer intresserade av att läraren talar om de rätta svaren än att de själva kommer fram till ett resultat (Andrée, 2007). I en prestationsinriktad lärmiljö kan dessutom elevernas autonomi försvagas så att deras inre motivation och drivkraft minskas (Skaalvik & Skaalvik, 2016). Rohdén uttrycker i Almqvist et al. (2017): ”Om elever själva inte får möjlighet att fråga, varför ska de då vara intresserade av svaret?”.

En svårighet är att få alla elever, oavsett kulturell och socioekonomisk bakgrund, att uppleva undervisningen som meningsfull. Naturvetenskaplig undervisning som utgår från områden som upplevs meningsfulla, gör det möjligt att ändra inställning hos icke studiemotiverade elever (Andrée 2007, 2012). Vanligtvis påtalas att en omväxlande undervisning med olika arbetssätt optimerar möjligheten att nå alla typer av elever (Roszbäck - Holst i Almqvist et al., 2017). Genom att omforma skoluppgifter och laborationer till reella problem kan en klassrumspraktik utvecklas där aktiviteter och lärande uppfattas som meningsfull för alla (Andrée, 2012).

Vetenskapligt arbetssätt

Forskning kring elevers tankar om vetenskap visar att elever utvecklas stegvis i sin syn på vetenskap. Först ser de vetenskap som en kunskap om vad som är rätt och fel, för att därefter kunna få en förståelse av att vetenskap är en kunskap som är evidensbaserad och bygger på långvarig forskning (America's Lab Report, 2006).

I de högre åldrarna på grundskolan och i gymnasiet ses laborationer som en självklar del av den naturvetenskapliga undervisningen (Danielson et. al., 2014). Högström et. al. (2006) anger tre mål med laborativt arbete: kognitivt (utveckla kunskap och förståelse), affektivt (utveckla attityd och motivation) och psykomotoriskt (utveckla laborationsfärdigheter och arbetssätt). Laborativt arbete används traditionellt för att illustrera naturvetenskapliga begrepp där eleven ska följa en instruktion och producera rätt svar (Hofstein & Lunetta, 2004 och André, 2007). Laborationer kan öppnas upp genom att elever själv får lösa problem och konstruera experiment. I Gyllenpalm et al. (2010) och Kurtén (2017) kategoriseras laborationers öppenhet efter antal frihetsgrader vad gäller problem, metod och resultat, där 0 är en bunden laboration och 3 är en helt öppen laboration. Öppna laborationer i grupp ger elever möjlighet att utveckla sin förståelse i dialog med gruppen och med läraren (Kurtén, 2008). När elever själva planerar en systematisk undersökning, finns en möjlighet att intresse och engagemang väcks (Bergvall, 2018). Att ställa undersökningsbara frågor ökar upplevelsen av meningsfullhet och kunskapen kan införlivas (assimileras) och omstruktureras (ackommoderas) hos eleverna (se sid 9). Lärarens roll blir att ställa öppna frågor, upprepa vad eleverna sagt och uppmuntra dem att tänka vidare (Colburn, 2000). Läraren blir i denna undervisningssituation mer av en handledare och bollplank för sina elever än en förmedlare av kunskap (Kurtén, 2008).

Ett sätt att studera progression i lärande är att använda sig av organiserande syften. Organiserande syften kan delas in i övergripande syfte och närliggande syfte. Det övergripande syftet är lärarens och kursplanens långsiktiga mål, medan det närliggande syftet är att ge eleverna ett "mål i sikte" med den aktuella aktiviteten. För att lärande ska kunna ske behöver övergripande och närliggande syften växelverka med varandra (Johansson, 2012). I artikeln "Är det man ser det som sker?" presenterar Danielsson et al. (2014) en designbaserad studie där en laboration succesivt förändras för att öka elevernas delaktighet. Genom ett mer öppet förhållningssätt kan en brygga skapas mellan övergripande syftet med arbetsområdet och det närliggande syftet ("mål i sikte").

Ett naturvetenskapligt arbetssätt kan beskrivas med hjälp av en forskningscykel där återkoppling kontinuerligt sker mellan frågeställningar, hypotes, metod, resultat och slutsats så att nya infallsvinklar kan tas till vara för att förbättra undersökningen (Kurtén, 2017). Flick & Lederman (2006) menar att den återkoppling som sker i en forskningscykel är fundamentet i all naturvetenskaplig forskning: "In addition to the *doing* of science, inquiry also refers to the *knowledge about the processes* scientists use to develop knowledge, that is the *nature of science itself*".

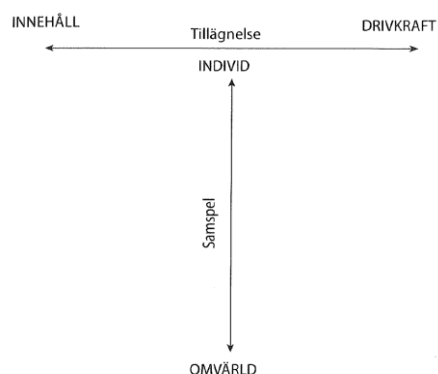
Teoretiskt ramverk

En del av inspirationen till studien ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” har hämtats från Knud Illeris lärandeteorier (Illeris, 2017). Både den didaktiska undersökningen, lärandemodellen som prövas på elevgrupperna och analysen av studien berör flera av hans idéer.

Lärandeteori enligt Knud Illeris

Lärande som begrepp används både till vardags och i professionella sammanhang men betydelsen av begreppet kan se olika ut i olika situationer. Knud Illeris ger förslag på en definition av lärande: ”*Lärande betyder det som man lärt sig, eller den förändring som ägt rum.*”. Han skiljer på lärande och läroprocesser, där lärande är resultatet av läroprocesserna. Knud Illeris har med utgångspunkt från psykologen och kunskapsteoretikern Jean Piaget arbetat fram olika typer av lärande som han benämner: *kumulativt*, *assimilativt*, *ackommodativt* och *transformativt* lärande. Kumulativt lärande handlar om ett mekaniskt utantill lärande som inte anknyter till tidigare kunskap medan assimilativt lärande kräver bearbetning och bygger på tidigare erfarenheter och kunskaper. Assimilativt lärande är den form av lärande som vi oftast förknippar med just lärande och som tillämpas vanligtvis i vår traditionella skola. Det som Illeris kallar ackommodativt lärande, sker då tidigare införlivad kunskap behöver omstruktureras för att bli användbar i aktuell situation. Transformativt lärande förklarar Illeris med orden ”allt lärande som innebär förändring av den lärandes identitet”. De presenterade typerna av lärandet kräver olika mycket av den som lär sig, kumulativt lärande är den minst komplexa formen av lärande och den sist nämnda, transformativt lärande är mycket komplex och krävande av den lärande. Även fast lärandetyperna har olika grad av komplexitet betonar Illeris att det inte kan rangordnas som lättare och svårare, utan kan ses som lämpliga i olika sammanhang. Utifrån Illeris modell sker läroprocessen i två separata interaktioner, *tillägnelse* respektive *samspel* (se figur 1). En förutsättning för att lärande ska kunna ske är att dessa samverkar med varandra och gärna sker relativt samtidigt.

Tillägnelseprocessen är individens bearbetningar utifrån drivkraft och lärandets innehåll medan samspelsprocessen är de bearbetningar som äger rum mellan omvärlden och den lärande individen.



Figur 1. Illeris beskriver lärande som ett resultat av två separata interaktioner, tillägnelse respektive samspel.

Faktakunskaper och komplexa förmågor

Lärandeobjektet, eller innehållet som Illeris (2017) benämner det, kan bestå av förmågor av olika karaktär och grad av komplexitet. Ett försök att illustrera spännvidden i lärande är att placera faktakunskaper i ena änden och komplexa förmågor i den andra. Faktakunskaper är i det här sammanhanget en form av ”mekanisk” eller ”hård” kunskap som lärs in utan större bearbetning, repeteras tekniskt och memoreras. Med komplexa förmågor menas integrerade kompetenser som gör den lärande kapabel att exempelvis reflektera över fakta, analysera och sätta fakta i ett sammanhang, ta sig an nya problem, överföra kunskap från ett område till ett annat och använda sig av kunskapen både i skolan och utanför.

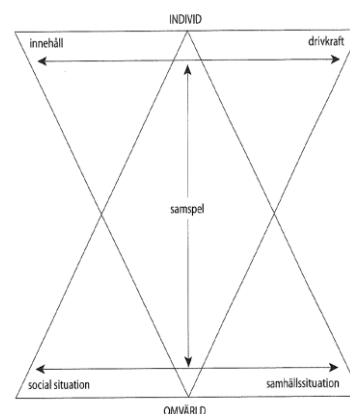
Innehållet i olika lärandesituationer varierar, det innehåll som uttrycks genom förmågor eller mål i den svenska gymnasieskolans kursplaner kan bestå av rena faktakunskaper eller förståelse, färdigheter, bygga upp åsikter och attityder men kan också behandla känslor och formella kompetenser (Skolverket, 2010 och Illeris, 2017). Dessa förmågor ligger till grund för bedömning av elever i de kurser som de läser. Förmågornas karaktär är inte lika för alla ämnen och kurser. Som stöd för bedömning finns specificerade kunskapskrav. Några exempel på förmågor i naturvetenskapliga kurser är: kunskaper om begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas och förmåga att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor samt att identifiera, formulera och lösa problem.

Den traditionella skolan, som präglat vår kultur sedan industrisamhällets utveckling, kännetecknas av faktakunskap och färdighet snarare än av komplexa förmågor (Illeris, 2017). För att utveckla komplexa förmågor är faktakunskaper nödvändiga, eftersom de i hjärnan fungerar som något att ”kroka tag i” (Nutley, 2019). Under barns och ungdomars mognad utvecklas den delen av hjärnan som hanterar tänkandet och ansvarar för saker som omdöme, konsekvenstänkande, föreställningsförmåga och intelligens successivt fram till cirka 25-års ålder (Nutley, 2019). Det innebär att komplexa förmågor stegvis skulle kunna införas i skolan, i takt med att hjärnans mognad.

Varierande läroprocesser för olika förmågor

Med utgångspunkt i de fundamentala processerna för lärandet sker individens lärande i en samspeletsprocess på olika nivåer, dels i en aktuell social och rumslig situation och dels en större historisk och samhällelig kontext, kallad omvärlden (se figur 2). Samspelet sker mellan individen och omvärlden (Illeris, 2017).

Den aktuella sociala och rumsliga situationen kan vi i skolan påverka. Att påverka samhällssituationen är naturligtvis betydelsefullt men inte ett tydligt uppdrag för skolan. Genom att bygga upp en trygg och tillåtande miljö i klassrummet kan en god social situation skapas som medverkar till stärkande av elevers kapacitet att utveckla komplexa förmågor. Ett ledarskap i klassrummet som präglas av ett förtroendeskapande förhållningssätt och samtidigt öppnar upp för kreativitet är ett viktigt bidrag till detta (Hjort, 2019). Några exempel på metoder som stimulerar en god social situation är brainstorming (Gibbons, 2010), bikupediskussioner och EPA (enskild, par, alla). Med god självkänsla i elevgruppen skapas en



Figur 2. Figuren visar omvärldens bredd i lärandets processer (Illeris K. 2017).

positiv social miljö i klassrummet. Formativ bedömning, myntat 1967 av Michael Scriven (Scriven 1967), har återkommit i dagens didaktiska diskussioner. I formativ bedömning presenteras en verktygslåda för klassrumsarbete där eleverna inspireras till att fungera som läranderesurs för varandra och äga sitt eget lärande, detta kan också fungera som ett steg i att skapa en god social lärandesituation (Dylan, 2011 och Lundahl, 2011). Säljö lyfte tidigt fram betydelsen av att elever får kommunicera sina kunskaper för att förvärva förmågor (appropriera kunskap) (Säljö, 2000 och Almqvist et al., 2017).

En skolkultur som präglas mer av faktakunskaper än av komplexa förmågor, kan resultera i att inlärningsformer som kännetecknas av variation och processande blir eftersatta (Serder i Almqvist, 2017). Domineras dessutom den samhälleliga kontexten av att mäta kunskap är risken överhängande att komplexare förmågor, som är svårare att mäta, konkurreras ut av de mer mätbara (Serder i Almqvist et al., 2017). Utbildningsfilosofen Biesta (2011) har benämnt vår tid som mätningarnas tidevarv och syftar då på de mätningar av utbildningsresultat som skett under senare tid. Sannolikt har dessa mätningar medverkat till att tränga undan diskussionen kring en av utbildningens viktigaste frågor: utbildningens syfte. Hattie (2012) har i sin bok ”Synligt lärande för lärare”, lyft fram återkoppling som en viktig kraft i lyckat lärande. Om ett syfte med undervisning är att utveckla komplexa förmågor borde återkopplingen i skolan vara mer inriktad mot dessa förmågor, och inte i huvudsak på bedömning av faktakunskaper.

Att ställa frågor som är undersökningsbara är en förmåga som behöver tränas upp, precis som man behöver träna på andra förmågor (Christensson et al., 2015). Några metodförslag på det här området är att laborera med hög grad av öppenhet, följa stegen i problembaserat lärande (PBL) och att genomföra ett projekt enligt konceptet ”Tänka som en forskare” (Underwood, 1997). Genom öppna laborationer ges elever möjlighet att själva fundera över frågeställningar vilket leder till en ökad erfarenhet på området (Kurtén, 2008 och Bergvall, 2018). Problembaserat lärande (Barrows, 1983) är en metod där elever arbetar med verklighetsförankrade problemställningar som ska lösas i form av fallstudier i grupp (Reinberg, 2010). I ”Tänka som en forskare” (Underwood, 1997) stimuleras elevers förmåga att själv ställa frågor, söka kunskap, lösa problem samt värdera resultat på vetenskaplig nivå.

Syfte och frågeställningar

Syfte med studien ” Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” är att öka elevers intresse för vetenskapligt arbetssätt och elevers förmåga till eget lärande samt att se klasskamrater som läranderesurser. Studien syftar också till att utveckla en kunskapsproducerande modell att använda i undervisningen.

De frågeställningar som avses att besvaras i undersökningen är:

1. Hur påverkas elevers förmåga att arbeta vetenskapligt genom en undervisning där de själva ställer frågor och designar egna experiment?
2. Hur värderar elever sin progression i att arbeta vetenskapligt genom en undervisning där de själva ställer frågor och designar egna experiment?
3. Hur påverkas elevers intresse för lärande under ett arbetssätt där eleverna själva ställer frågor och designar egna experiment?

Metod

En befintlig laboration, i kursen biologi 1 och kemi 1, som behandlar grundämnens kretslopp i ett ämnesövergripande (biologiskt, geologiskt och kemiskt) perspektiv omformades till ett öppet projekt. År 1 genomfördes laborationen enligt ”klassisk” modell (ej öppen) med två klasser i årskurs ett på det naturvetenskapliga programmet. Under år 2 utfördes ett projekt med två klasser i årskurs ett på det naturvetenskapliga programmet enligt en öppnare modell. Eleverna fick själva välja ett kretslopp och formulera frågeställningar för att sedan designa egna experiment. Det vetenskapliga arbetssättet bygger på konceptet ”Tänka som en forskare” (Underwood, 1997). Arbetet utvärderades båda åren med en anonym enkät där eleverna fick ta ställning till hur deras ämneskunskap samt intresse och nyfikenhet hade påverkats av respektive arbetssätt. År 2 genomfördes en diagnos och ett eftertest som förutom test av ämneskunskaper också innehöll en självskattning i det vetenskapliga arbetssättets olika delar. För att få en kvalitativ bild av intresset för det vetenskapliga arbetssättet genomfördes år 2 gruppintervjuer i de två deltagande klasserna.

Urval

Undersökningen genomfördes båda åren i två klasser (55-62 elever) i årskurs ett på det naturvetenskapliga programmet på en gymnasieskola i en medelstor stad i mellersta Sverige. År 2 genomfördes gruppintervjuer i båda klasserna där elever från var och en av grupperna var representerade.

Forskningsetiska principer

Innan studien startade fick elevernas föräldrar ett informationsbrev om Forsknings- och utvecklingsprojektet innehåll och om hur det skulle utvärderas. Det informerades om att elevenkäten efter projektet skulle fyllas i anonymt och att ingen individ skulle kunna identifieras i sammanställningen av resultatet. Det framhölls att frågorna endast var av pedagogisk karaktär och att deltagandet var frivilligt. Föräldrarna ombads att meddela om de inte ville att deras barn svar skulle finnas med vid sammanställningen av enkäterna.

Metodbeskrivning

Beskrivning av projekt år 1

Eleverna fick under två veckor (7 klocktimmar) gruppvis studera ett givet kretslopp under lektioner och laborationer i kurserna kemi 1 och biologi 1. De av läraren utsedda grupperna blev tilldelade ett kretslopp. Grupperna fick flera små uppgifter och färdiga laborationer att arbeta med under projektet. All laborationsutrustning och litteratur tillhandahölls av läraren. Eleverna fördjupade sig i sitt grundämne och visualiserade sen ett kretslopp som de parvis presenterade i tvärgruppsredovisningar så att alla elever fick höra om alla kretslopp. Grupperna hade i förväg gjort några 1X2 frågor för att i samband med redovisningen testa sina åhörare på det aktuella kretsloppet. Direkt efter tvärgruppsredovisningarna genomfördes en anonym enkät (bilaga 1) där eleverna fick ta ställning till hur deras ämneskunskap samt intresse och nyfikenhet hade påverkats av arbetssättet.

Beskrivning av projekt år 2

Projektet genomfördes under fem veckor (19 klocktimmar) år 2. Alla lektioner och laborationer i kemi 1 och biologi 1 användes till projektet. En anonym diagnos (bilaga 2) genomfördes veckan före projektstart där eleverna testades på ämneskunskaper och fick

bedöma den egna förmågan i det vetenskapliga arbetssättets olika delar. För att skapa intresse för uppdraget användes en halvdag till uppstart (bilaga 3). Under uppstarten omgrupperades eleverna ett flertal gånger (enligt cafémetoden där några elever successivt byter bord) så att många idéer kunde spridas och diskuteras. Eleverna fick först associera kring kretslopp med utgångspunkt i olika bilder och i periodiska systemet. Därefter valde grupperna två grundämnen som finns i naturen eller människan och jämförde dessa översiktligt. I slutet av passet introducerades uppdraget och de av lärarna formerade projektgrupperna presenterades. Uppdraget (bilaga 4) presenterades som en fiktiv beställning från Kommunen *Framtiden* som strävar efter långsiktig hållbarhet. Eleverna uppgavs vara projektanställda som konsulter åt företaget *Kretslopp*. Företagets uppdrag var att utreda betydelsen av ämnens kretslopp i naturliga processer och i samhället. Grupperna fick sedan under promenad associera kring kretslopp och välja ett grundämne att jobba vidare med. När alla grupper valt ett kretslopp fick eleverna färdigställa varsin loggbok och reflektera över dagens arbete. Loggböckerna samlades in gruppvis och förvarades under hela projekttiden i tidskriftssamlare hos lärarna.

Eleverna skrev individuell loggbok efter varje arbetspass. Under efterföljande lektioner uppmanades grupperna att formulera en frågeställning och att komma på hur det valda grundämnet skulle kunna undersökas laborativt. Parallellt med laborationsplanering studerades grundämnet teoretiskt för att få med alla delar i kretsloppet. Grupperna laborerade första gången en hel förmiddag (kemi- och biologilaboration, 2 X 80 minuter). Många grupper fortsatte att laborera vid andra tillfällen och utvecklade sina laborationer successivt för att få svar på sina frågeställningar. Grupperna skrev en laborationsinstruktion som lämnades in i skolans lärportal.

Inför redovisningen i tvärgrupper indelades eleverna i grupper där två-tre elever från varje grundämne var representerade. Manus för redovisningen samt Powerpoint lämnades in. Varje grupp fick under 8-10 minuter presentera sitt kretslopp inför Miljöförvaltningen i Kommunen *Framtiden* (här representerade av klasskamrater och lärare). Direkt efter redovisningen genomfördes en anonym enkät (bilaga 5) där eleverna fick ta ställning till hur deras ämneskunskap samt intresse och nyfikenhet hade påverkats av arbetssättet. Några dagar efter redovisningen genomfördes ett eftertest (bilaga 6) liknande diagnosen, denna gång med namn så att testet blev identifierbart. Eleverna bedömdes på samtliga kunskapskrav i kemi 1 och biologi 1. En veckoplanering av studien år 1 och 2 återfinns i figur 3.

När	FoU-projekt	Utvärderar
År 1		
v. 21	Enkät efter kretsloppsprojekt enligt "klassisk" modell	Ämneskunskap Intresse och nyfikenhet Arbetsätt
År 2		
Före och efter projektet Uppdrag kretslopp	Anonym diagnos innan projektet Individuell test i form av prov efter projektet	Progression i ämneskunskaper samt i vetenskapligt arbetsätt
Efter projektet Uppdrag kretslopp	Intervju fokusgrupper	Förmåga att arbeta vetenskapligt Intresse för lärande
Efter Uppdrag kretslopp	Enkät	Ämneskunskap Intresse och nyfikenhet Arbetsätt
V. 12 →	Bearbetning av intervjuer, kunskapstester samt enkäter	Förmåga att arbeta vetenskapligt Intresse för lärande
Fortlöpande under FoU- projektet	Lärolog	FoU-projektets genomförande

Figur 3. Veckoplanering av studien "Att ställa frågorna själv och designa egna experiment" för år ett och år två.

Enkät år 1

Enkäten (bilaga 1) genomfördes anonymt direkt efter tvärgruppsredovisningen. I enkäten fick eleverna ange vilket grundämne de hade jobbat med. Arbetet vad gäller ämneskunskap, intresse/nyfikenhet och arbetssätt utvärderades. Inom ämneskunskap samt intresse/nyfikenhet fick eleverna ta ställning till ett antal frågor såväl vad gällde det egna kretsloppet som övriga grupperns kretslopp. Alternativen var: håller inte med alls, håller delvis med, håller till största delen med, håller helt med och kan inte ta ställning.

Vad gäller arbetssätt utvärderades genomgångar, laborationer, fördjupning i ett kretslopp samt tvärgruppsredovisning med alternativen: arbetssättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande, arbetssättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande, arbetssättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande, arbetssättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande och kan inte ta ställning.

Till sist utvärderades också elevernas motivation och engagemang under projektet med valmöjligheterna: håller inte med alls, håller delvis med, håller till största delen med, håller helt med och kan inte ta ställning.

Enkät år 2

Enkäten (bilaga 5) genomfördes anonymt direkt efter tvärgruppsredovisningen. I enkäten fick eleverna ange vilket grundämne de hade jobbat med. Enkäten år 2 var identisk med år 1 vad gäller ämneskunskaper och intresse/nyfikenhet. Vad gäller arbetssätt ändrades områdena till introduktionspass, genomgångar i kemi (syror och baser), egendesignade laborationer, fördjupning i ett kretslopp samt tvärgruppsredovisning. Svarsalternativen var desamma som i enkät år 1 för såväl ämneskunskaper och intresse/nyfikenhet som arbetssätt.

Diagnos och eftertest år 2

Diagnosen (bilaga 2) var indelad i fyra avsnitt (A-D) och genomfördes anonymt en vecka före projektstart. I del A fick eleverna kryssa för vilka av 14 begrepp de kände till för att sen kort förklara vad begreppet innebär. Del B innehöll åtta frågor i form av 1X2-frågor om kols, svavels, kvävet och fosfors kretslopp. Del C innehöll åtta Rätt/Fel-frågor på samma kretslopp som i del B. Diagnosen avslutades med en självskattning av det vetenskapliga arbetssättet vad gäller att formulera en frågeställning, skriva hypotes, designa en undersökning, dokumentera under undersökningens gång samt analysera och dra slutsatser. Eftertestet (bilaga 6), som var identifierbart, genomfördes några dagar efter avslutat projekt. Eftertestet var identisk med diagnosen förutom att det också innehöll en del där eleven själv skulle bedöma sin utveckling vad gäller arbetssättets olika delar.

Gruppintervjuer år 2

En vecka efter avslutat projekt inbjöds en elev per grupp till en semistrukturerad gruppintervju (bilaga 7) inom respektive klass. Intervjun genomfördes i form av en fokusgruppsintervju (Andersson et al., 2019) i den digitala mötesplattformen Teams. Intervjun spelades in med programmet Screen Rec och med mobiltelefon, parallellt fördes minnesanteckningar. Eleverna informerades om att deltagandet var frivilligt, att de när som helst kunde lämna intervjun, att intervjun spelades in och att allt som sades skulle bli anonymiserat vid en eventuell publicering. Intervjun startade med en bild om vetenskapliga processer ur läroboken Reaktion kemi 1 (Danielsson & Johansson, 2016), där eleverna digitalt fick ringa in de aktiviteter som använts under projektet och visade sedan dessa med delad

skärm i Teams. Uppgiften gjordes individuellt och lämnades in i skolans lärportal. Var och en av eleverna fick sen muntligt kommentera några valda aktiviteter. Cirkeldiagram som jämförde resultatet vad gäller ämneskunskaper, intresse och nyfikenhet samt arbetssätt från enkäterna år 1 och 2 presenterades. Eleverna ombads kommentera skillnader och likheter. Eleverna fick med ord beskriva hur deras förmåga att jobba vetenskapligt utvecklats genom att designa egna laborationer. Var och en av eleverna fick också kommentera hur man i just deras grupp tillvaratagit varandras kompetenser.

Databearbetning och analys

Insamlad data från enkäter, diagnos och eftertest matades in fråga för fråga i Microsoft Excel. Materialet bearbetades först klassvis och årsvis, därefter sammanställdes data för att jämföra enkätresultaten mellan år 1 och 2 och för att kunna beräkna progression mellan diagnos och eftertest. Resultaten presenterades kvantitativt som tabeller med numerär data, procentuell data visualiserades med diagram. Chi-2 test utfördes för att undersöka statistiskt signifikanta skillnader mellan enkätresultat från år 1 och 2. Som kontrollgrupp användes enkätresultaten från studieår 1 och effektgrupp resultaten från studieår 2. För samtliga frågor i enkäten, var den tillämpade nollhypotesen att ingen skillnad fanns mellan enkätresultaten år 1 och år 2. Även för diagnos och eftertest gjordes en chi-2 test, där diagnosen angerade kontrollgrupp och eftertest effektgrupp. Signifikansnivå för att förkasta eller anta nollhypotesen bestämdes till 5 % ($p < 0,05$ chi-2 test).

Gruppintervjuerna bearbetades och analyserades stegvis enligt en procedur beskriven i Creswell & Creswell (2018). För att bilda oss en helhetsuppfattning av materialet läste vi igenom minnesanteckningarna och lyssnade på de inspelade intervjuerna. Innehållet grupperades därefter utifrån olika genre av uttrycksfulla yttranden. Yttrandena kodades, genomlystes och grupperades i olika teman. Med utgångspunkt i temana kunde underliggande kategorier ordnas. Representativa citat för de olika temana och kategorierna presenteras i resultatet. Analysen har stor likhet med en fenomenografisk metod.

Resultat

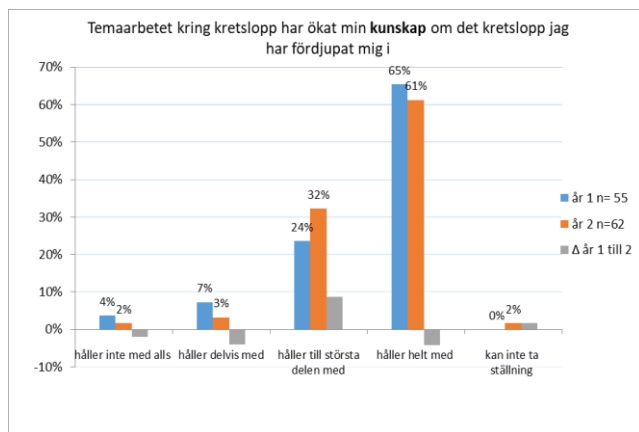
Enkäter år 1 och 2

Enkät år 1 genomfördes efter tvärgruppsredovisningen som avslutade ett två veckor långt projektarbete om olika grundämnen kretslopp. De grundämnen som grupperna studerade år 1 var kol, svavel, kväve och fosfor. Enkäten gjordes i de två klasser som ingick i studien och skedde vid två separata tillfällen. Sammanlagt besvarades enkäten av 55 elever studieår 1, fem elever var frånvarande vid enkätens genomförande. Resultatet av enkäten framgår av bilaga 8.

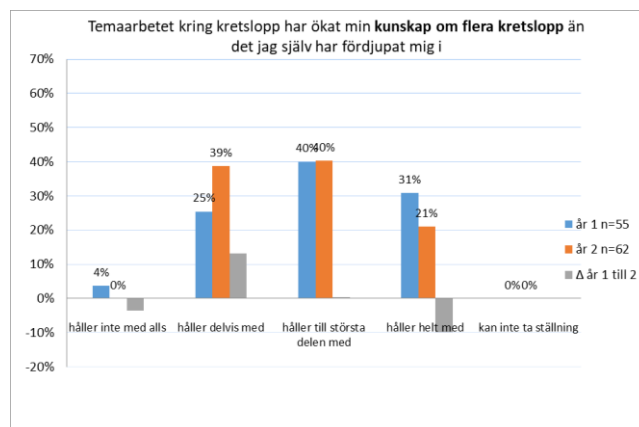
Enkät år 2 genomfördes efter tvärgruppsredovisningen som avslutade fem veckors projektarbete om olika grundämnen kretslopp. Efter den inledande halvdagen år 2 valde de 6 grupperna i båda klasserna att jobba vidare med grundämnen kol, svavel, kväve, fosfor, kalcium och järn.

Enkäten gjordes i de två klasser som ingick i studien och skedde vid två separata tillfällen. Sammanlagt besvarades enkäten av 62 elever studieår 2, en elev var frånvarande. Resultatet av enkäten år 2 framgår av bilaga 9.

Under enkätens rubrik ”Ämneskunskaper” bedömde eleverna i studien om temarbetet kring kretslopp hade ökat deras kunskaper om just det grundämne som de själva studerade och om de också ökat sina kunskaper om fler kretslopp, alltså om kretslopp som studerades av andra grupper eller om kretslopp i allmänhet. År 1 ansåg 65 procent av eleverna att de helt höll med om att de ökat sina ämneskunskaper om det egna kretsloppet, år 2 svarade 61 procent att de helt höll med om samma påstående. Fördelningen av elevers svar på denna enkätfråga visas i figur 4 och 5.

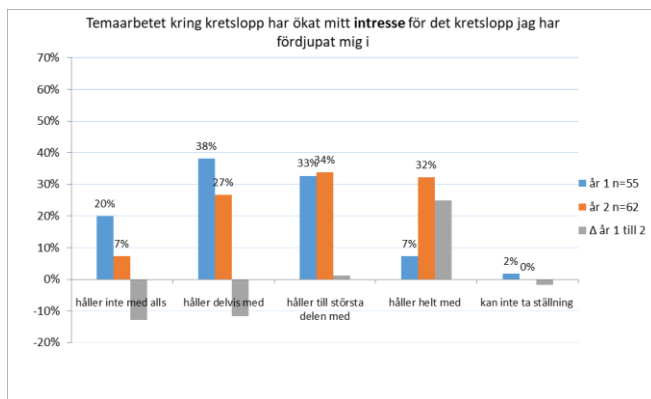


Figur 4. Diagrammet visar fördelningen av elevers svar, för både år 1 och år 2, på fråga om temarbetet har ökat deras kunskap om det kretslopp som de själva hade fördjupat sig i. Den grå stapeln åskådliggör förändringen av elevers svar mellan de två studieåren. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är inte signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

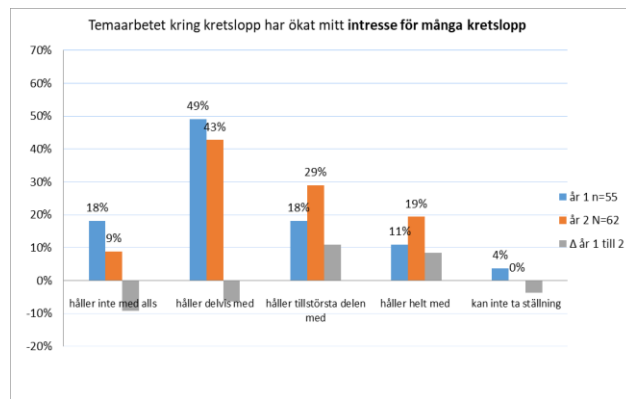


Figur 5. Diagrammet visar fördelningen av elevers svar på fråga om temarbetet har ökat deras kunskap om fler kretslopp än det kretslopp som de själva hade fördjupat sig i. Den grå stapeln åskådliggör förändringen av elevers svar mellan de två studieåren. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är inte signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

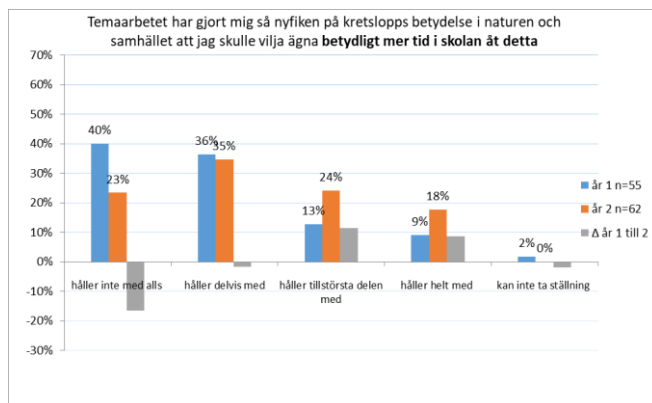
Beteckningen ”Intresse och nyfikenhet” i enkäten användes för att få en bild av elevernas attityd till projektarbetet. Eleverna markerade det påstående som stämde bäst överens med deras egen uppfattning om hur intresset och nyfikenheten förändrades under projektet. Intresset och nyfikenheten värderades dels för det egna ämnets kretslopp men också för andra ämnens kretslopp, dessutom fick eleverna ta ställning till om de önskade använda mer tid i skolan åt kunskapsinhämtning om kretslopp. År 1 höll sju procent av eleverna helt med om att temarbetet hade ökat deras intresse för det egna kretsloppet, år 2 var motsvarande värde 32 procent. I figur sex och sju visas jämförelsen mellan elevernas svar år 1 och år 2 i studien. Som sista fråga under rubriken intresse och nyfikenhet i enkäten bedömde eleverna om kretsloppsprojektet gjort dem så pass nyfikna på kretslopps betydelse i naturen och samhället att de skulle vilja använda mer tid i skolan åt det området. Av de elever som genomförde temarbetet studieår 1 ansåg nio procent att de skulle vilja lägga mer tid i skolan på kretslopps betydelse i naturen och samhället, år 2 svarade 18 procent att de gärna ägnar mer tid i skola på ämnens kretslopp. Fördelningen av samtliga svar visas i figur åtta.



Figur 6. Eleverna kryssade i enkäten för det alternativ som stämde bäst överens med deras inställning rörande intresseförändring för det kretslopp som de själva fördjupat sig i. De grå staplarna visar förändringen mellan år ett och två. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

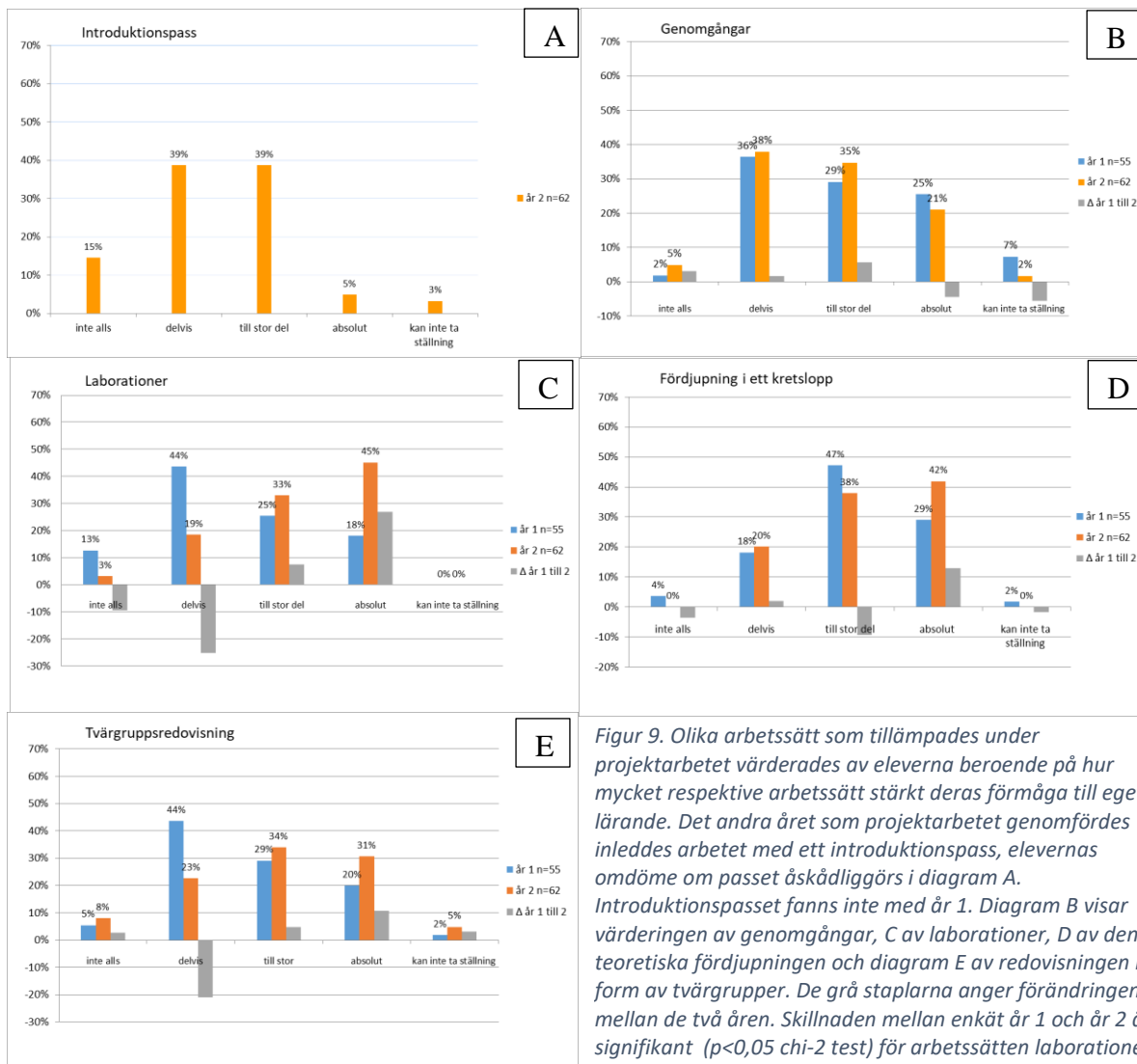


Figur 7. Eleverna fick i enkäten bedöma om deras intresse för fler kretslopp än de som de själva fördjupat sig i förändrats under temaarbetet. De grå staplarna visar förändringen mellan år ett och två. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).



Figur 8. Under rubriken intresse och nyfikenhet, skulle eleverna förhålla sig till om de skulle vilja ägna betydligt mer tid i skolan åt kretslopps betydelse i naturen och samhället. År 1 höll 13 % av eleverna till största delen med om detta och 9 % höll helt med. År 2 var motsvarande procentuella fördelning 24 % respektive 18 %. De grå staplarna visar förändringen mellan år 1 och 2. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

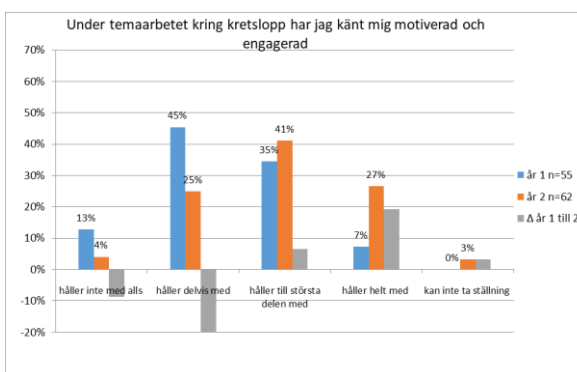
”Arbetsätt” som tema i enkäten användes för att lyfta fram betydelsen av olika arbetsätt för elevers egna lärande. De arbetsätt som ingick i bedömningen var: introduktionspass (endast år 2), genomgångar, laborationer, fördjupning samt den avslutande tvärgruppsredovisningen. Studieår 1 ansåg 25 procent av eleverna att genomgångar absolut stärkt deras förmåga till eget lärande, år 2 var motsvarande värde 21 procent. År 1 bedömde 18 procent av eleverna att laborationer absolut stärkt deras förmåga till eget lärande år 2 ansåg 45 procent att laborationer absolut stärkt deras förmåga till eget lärande. Att fördjupa sig i ett ämnes kretslopp bedömdes av 29 procent av eleverna år 1 som att det absolut stärkt deras förmåga till eget lärande, år 2 låg värdet på 42 procent. Redovisning av temaarbetet skedde som en tvärgruppsredovisning och år 1 bedömde 20 procent att redovisningsättet absolut stärkt deras förmåga till eget lärande, motsvarande värde år 2 var 31 procent. Jämförelsen av samtliga parametrar som berörde arbetsätt år 1 och 2 framgår av diagrammen i figur 9.



Figur 9. Olika arbetssätt som tillämpades under projektarbetet värderades av eleverna beroende på hur mycket respektive arbetssätt stärkt deras förmåga till eget lärande. Det andra året som projektarbetet genomfördes inleddes arbetet med ett introduktionspass, elevernas omdöme om passet åskådliggörs i diagram A. Introduktionspasset fanns inte med år 1. Diagram B visar värderingen av genomgångar, C av laborationer, D av den teoretiska fördjupningen och diagram E av redovisningen i form av tvärgrupper. De grå staplarna anger förändringen mellan de två åren. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test) för arbetssätten laborationer och tvärgruppsredovisning. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är inte signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test) för arbetssätten genomgångar och fördjupning i ett kretslopp.

Den avslutande frågan i enkäten behandlade elevernas motivation och engagemang under projektarbetet. Resultatet visade att sju procent av de elever som ingick i studien år 1 höll helt med om att de känt sig motiverad och engagerad, studieår 2 höll 27 procent av eleverna helt med (figur 10).

Figur 10. Det sista påståendet i enkäten som eleverna skulle förhålla sig till handlade om att eleverna uppskattade om de känt sig motiverade och engagerade under projektet. Skillnaden mellan elevers förhållande till de olika påståendena mellan år 1 och 2 framgår av de grå staplarna. Skillnaden mellan enkät år 1 och år 2 är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

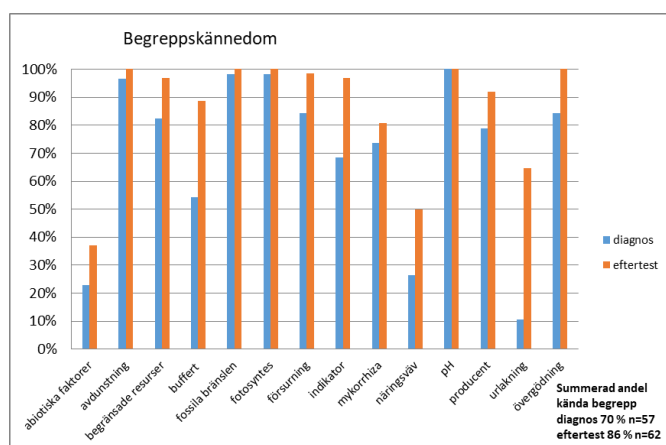


Diagnos och eftertest

Innan projektet ”Uppdrag kretslopp” startade studieår 2, skrev eleverna en anonym diagnos som handlade om kretslopp. Diagnosen berörde huvudsakligen de ämnen som oftast tas upp i ämnena biologi och kemi. Diagnosen var indelad i fyra delar A, B, C och D. Diagnosen gjordes i de två klasser som ingick i studien och genomfördes vid två separata tillfällen. Sammanlagt skrev 57 elever diagnosen, 29 respektive 28 från de två olika klasserna. Resultatet av diagnosen framgår av bilaga 10.

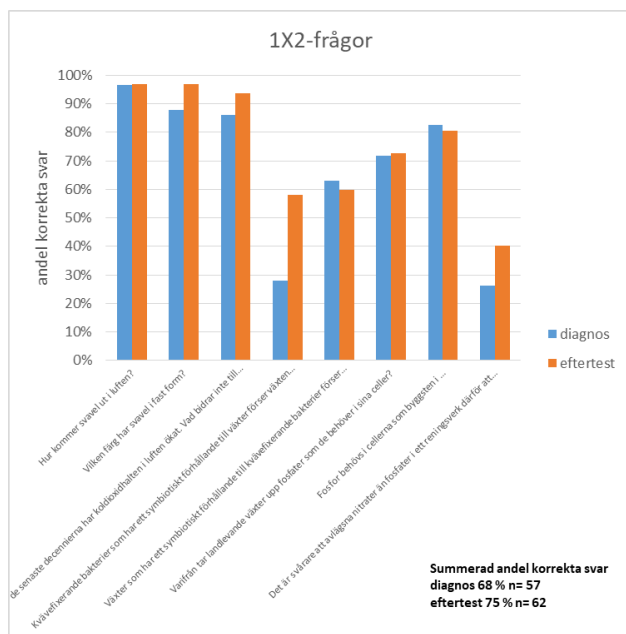
Efter att projektet ”Uppdrag kretslopp” avslutats skrevs efter några dagar en eftertest. Testet skrevs inte anonymt utan med namn. Eftertestet var identiskt med diagnosen men med en ytterligare del där eleverna värderade sin utveckling av fem områden inom det vetenskapliga arbetssättet. Eftertestet gjordes i de två klasser som ingick i studien och genomfördes vid två separata tillfällen. Sammanlagt skrev 62 elever diagnosen, 31 i respektive klass. Resultatet av eftertestet framgår av bilaga 11.

Del A i diagnos och eftertestet behandlade olika begrepp som är av betydelse i kretsloppssammanhang. Eleverna angav först huruvida de hade hört talas om begreppen och därefter skulle de ge en kort förklaring till begreppen. I diagnosen var 70 procent av begreppen kända för eleverna och i eftertestet var motsvarande andel 86 procent. Medeltalet för korrekt bedömda förklaringar var i diagnosen 4,28 och 7,05 i eftertestet. Medianen låg på 4,0 i diagnosen och 7,0 i eftertestet. Fördelningen av kända begrepp i diagnos och eftertest visas i figur 11.



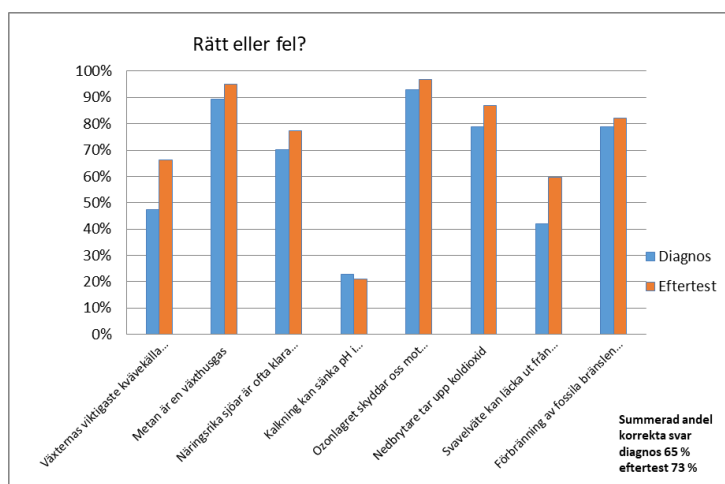
Figur 11. Del A i diagnos och eftertest. Eleverna kryssade för de begrepp som de hade hört talas om. Den andel av eleverna som kände till respektive begrepp återfinns på y-axeln. Skillnaden mellan diagnos och eftertest är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

Del B i diagnos och eftertest var uppbyggd som en tipsrad där eleverna skulle avgöra vilket alternativ av 1, X eller 2 som var korrekt svar. I diagnosen var medeltalet 5,4 antal rätt vilket innebar att i snitt 68 procent av frågorna blev korrekt besvarade. För eftertestet var motsvarande värden 6 antal rätt och 75 procent. Andel korrekt besvarade frågor visas i figur 12.



Figur 12. I del B i diagnos och eftertest besvarade eleverna frågorna genom att välja ett av de svarsalternativ som presenterades. Skillnaden mellan diagnos och eftertest är signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

I del C i diagnos och eftertest skulle eleverna förhålla sig till om ett antal påståenden var korrekta eller ej. Totalt fanns åtta påståenden med och i diagnosen och medeltalet för korrekt antal svar var 5,2 vilket ledde till att 65 procent av påståendena bedömdes korrekt av eleverna. I eftertesten var motsvarande värden 5,9 antal rätt och 73 procent av påståendena korrekt bedömda. Hela resultatet för del C återfinns i figur 13.



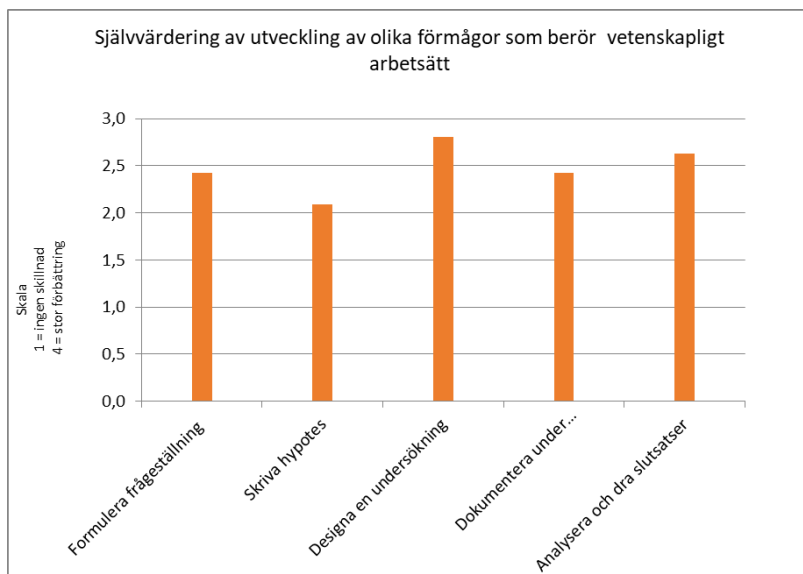
Figur 13. Diagrammet visar hur stor andel av elever, i både diagnos och eftertest, som bedömt respektive påståend korrekt i del C. Skillnaden mellan diagnos och eftertest är inte signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

Som avslutande del, del D, i diagnos och eftertest gjorde eleverna som ingick i studien en självskattning av olika delar av vetenskapligt arbetssätt. Eleverna värderade sig på en skala från ett till fyra där 1 stod för enkelt och bekant och 4 svårt och obekant. De förmågor som bedömdes var formulerande av frågeställning, hypotesskrivande, designande av en undersökning, dokumentation under arbetets gång samt förmågan att analysera och dra slutsatser. Medeltal för samtliga förmågor skattades i diagnosen till 2,2. I eftertestet skattades förmågorna till 2,01. Elevernas värdering fördelad på de olika förmågorna presenteras i figur 14.



Figur 14. Diagrammet visar elevers självvärdering av olika förmågor i det vetenskapliga arbetssättet i både diagnos och eftertest. Observera att i den bedömningen står talet 1 för enkelt och bekant och 4 svårt och obekant. En numerär minskning tyder alltså på en ökad självvärdering. Skillnaden mellan diagnos och eftertest är inte signifikant ($p < 0,05$ chi-2 test).

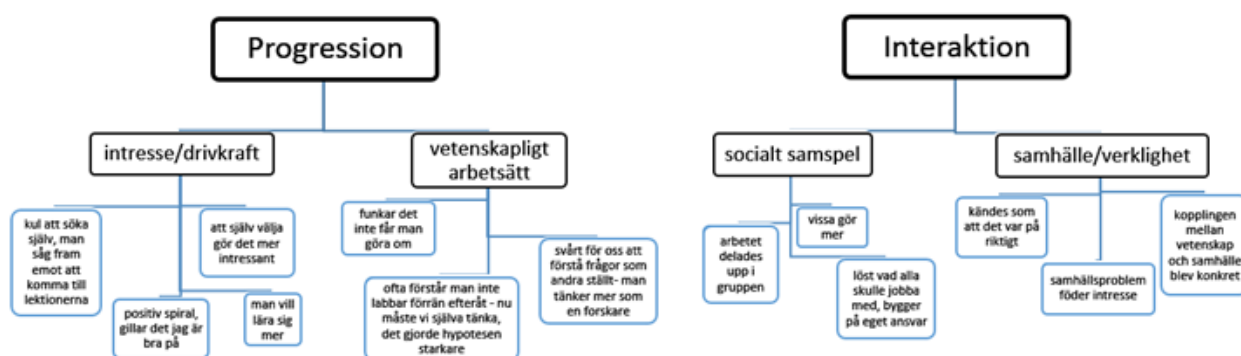
I eftertestet värderade eleverna även sin egen utveckling i vetenskapligt arbetssätt inom samtliga av de områden som värderades utifrån förmåga. Eleverna värderade sig på en skala från ett till fyra där 1 stod för ingen skillnad och 4 för stor förbättring. De förmågor som skattades var samma som bedömdes i självvärderingen av vetenskapligt arbetssätt: formulerande av frågeställning, hypotesskrivande, designande av en undersökning, dokumentation under arbetets gång samt förmågan att analysera och dra slutsatser. Medeltal för samtliga förmågor skattades i diagnosen till 2,48. Elevernas värdering av sin utveckling av vetenskapligt arbetssätt fördelade på de olika förmågorna visas i figur 15.



Figur 15. Eftertestet studieår 2 avslutades med att eleverna gjorde en värdering av sin egen utveckling av olika moment som berör vetenskapligt arbetsätt. Värderingen skedde utifrån graderingen 1-4 där 1 står för ingen skillnad och 4 för stor förbättring.

Gruppintervju

Fokusgruppsintervjuerna, som utfördes med totalt 11 elever från de två klasserna, gav efter analys ett resultat med två teman: progression och interaktion. Temat progression kunde i sin tur fördelas på två kategorier: intresse/drivkraft och vetenskapligt arbetsätt. Underställt temat interaktion placerades kategorierna socialt samspel och samhälle/verklighet. För de olika kategorierna presenteras några citat från elever, citaten representerar respektive kategori. Teman, kategorier samt tillhörande elevcitat visas i figur 16.



Figur 16. I figuren visas en sammanställning av fokusgruppsintervjuerna. Gruppintervjuerna genomfördes med 11 elever som medverkat i projektet "Uppdrag kretslopp". Under intervju tillfällena delade eleverna med sig av sina åsikter om projektet och de arbetsätt som ingick. Den översta nivån i figuren är teman, under temana hittas kategorier och nederst återfinns några representativa citat för de olika kategorierna.

Diskussion

I denna studie har det framkommit att arbetssättet har en central betydelse i undervisningen för hur elevers intresse och nyfikenhet väcks och kan hållas vid liv. Projektet ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” visar att elevernas engagemang och drivkraft ökar då undervisningen utgår från elevernas egna frågeställningar.

Enkäter år 1 och 2

För att fånga det centrala i elevers uppfattning om projektet var enkäten indelad i tre områden: ämneskunskaper, intresse och nyfikenhet samt arbetssätt. För att lyfta fram skillnader mellan studieår 1 och 2 har vi i diskussionen nedan om ämneskunskaper, intresse och nyfikenhet samt motivation och engagemang slagit ihop svaren för ”håller helt med om” och ”håller till största delen med om”. Vad gäller arbetssättet har vi slagit ihop enkätsvaren ”absolut stärkt min förmåga till eget lärande” och ”till stor del stärkt min förmåga till eget lärande”.

Vad gäller ökning i **ämneskunskaper** om kretslopp såg vi ingen större skillnad mellan arbetssätten studieår 1 och 2. Eleverna höll med om att deras ämneskunskaper ökade markant båda åren (se resultat figur 4 och 5). Enkäten innehöll tre delfrågor inom området **intresse och nyfikenhet**. Alla tre delfrågorna visade på ett starkt ökat intresse för kretslopp med arbetssättet under studieår 2. Visserligen ansåg eleverna även studieår 1 att deras intresse för kretslopp ökat (se resultat figur 6 - 8) men intresseökningen år 2 var betydligt större. Skillnaden i intresseökning mellan år 1 och 2 för det egna kretsloppet var 65 % och för flera kretslopp 110 %. Huruvida **arbetssättet** är en del i denna ökning av intresse och nyfikenhet är en av frågeställningarna i denna undersökning. I enkäten fick eleverna besvara hur olika arbetssätt stärkt deras förmåga till eget lärande. Alla arbetssätt, förutom genomgångar, visade på en stor ökning vad gäller eget lärande från år 1 till år 2. År 1 syftade genomgångarna till att ge teoretisk bakgrund till kretslopp generellt. Genomgångarna år 2 var delvis av en annan karaktär, med en mer kemisk inriktning mot syror och baser, buffertar mm. Detta gynnade arbetet i vissa grupper men inte i andra. Den största skillnaden i intresseökning syns vad gäller laborationer där eleverna år 1 fick färdiga laborationer och år 2 fick designa sina egna laborationer. Från år 1 till år 2 tyckte 81 % fler att laborationerna stärkt deras förmåga till eget lärande (se figur 17 som är ett omarbetat diagram från figur 9C i resultatdelen).



Figur 17. I cirkeldiagrammen från år 1 och 2 framgår att designa laborationer har stor inverkan på elevers förmåga till eget lärande. De gula och orangea fälten ovan visar den andel av eleverna som bedömer att de till stor del stärkt respektive absolut stärkt sin förmåga till eget lärande.

Sista frågan i enkäten handlade om elevernas **motivation och engagemang** under projektet där 62 % fler har känt sig motiverade och engagerade år 2 jämfört med år 1. Vi tror att arbetssättet i projektet är betydelsefullt för denna stora ökning.

Undersökningen visar att ett öppet arbetssätt gynnar intresse och nyfikenhet, vilket stämmer väl med tidigare forskning (Eilks & Hofstein, 2013 och Lindahl, 2003). En stor intresseökning för laborationer år 2 då eleverna designade laborationerna själva framträdde i resultatet. Motivationen och engagemanget ökade också tack vare arbetssättet i projektet. Detta är helt i linje med vad som framkommit i tidigare studier (Almqvist, 2017 och Bergvall, 2018). Området ämneskunskaper var med i enkäten för att säkerställa att kunskaper om kretslopp ökade även med det öppna arbetssättet, vilket resultatet också visade.

Diagnos och eftertest

Diagnos och eftertest genomfördes endast under år 2. Del A, B och C i diagnos och eftertest behandlade ämneskunskaper relevanta för kretslopp. I de tre delarna kunde vi se en ökning av ämneskunskaperna under projektet (mellan 10 - 23 %) Det är dock ingen dramatisk ökning och det är oklart vilken roll arbetssättet har i denna ökning.

Del D i diagnos och eftertest bestod av en självvärdering från 1-4 (där 1 betyder lätt och bekant och 4 svårt och obekant) i det vetenskapliga arbetssättets olika delar. Medeltalet för självvärderingen låg på 2,2 i diagnosen och 2,01 i eftertestet. Detta innebär att eleverna uppfattar en viss progression i vetenskapligt arbetssätt då en minskning här innebär att det vetenskapliga arbetssättet kändes lättare och mer bekant efter projektet än före. Eleverna uppfattade den största förbättringen (0,24) i förmågan att analysera och dra slutsatser. Vi upplever att eleverna är något blygsamma i värderingen av sin egen förmåga eftersom vi tycker oss se en stor progression i deras sätt att ta sig an sina frågeställningar. Enligt Kurtén (2008) och Bergvall (2018) ökar elevers erfarenhet om de själva får ställa frågor och arbeta med öppna laborationer, vilket styrker vår tolkning.

Gruppintervju

Under de två gruppintervjuerna fick eleverna möjlighet att sätta ord på sin upplevelse av projektets olika delar. Bland respondenterna fanns några uttalat kritiska röster till delar av arbetssättet men de positiva utlåtandena om projektet dominerade. Vid analysen kunde vi sortera olika elevuttalanden i kategorier. De kategorier vi kom fram till under bearbetning av minnesanteckningarna var intresse/drivkraft, vetenskapligt arbetssätt, socialt samspel och samhälle/verklighet (figur 13). Intervjuerna berörde just nämnda områden så kategorierna var delvis väntade men elevernas engagemang för dessa frågor var påtagligt. Exempelvis pratade eleverna om hur de motiverades till att jobba vidare, söka information och reda ut sammanhang för att kunna besvara sina frågor. Citat med denna innebörd placerades i den kategori som vi benämnde *intresse/drivkraft*. Många uttalande handlade om olika metoder som eleverna själva utvecklat och använt under projektet som vi sen under analysen lätt kunde kategorisera som delar av ett *vetenskapligt arbetssätt*. Från figur 13 har vi i denna kategori exempelvis ”funkar det inte får man göra om”. Projektet drevs i grupper om fem till sex elever, de flesta grupper var välfungerande men under intervjutillfället framkom det klart att i vissa grupper tog inte alla elever lika mycket ansvar. Uppfattningar som dessa placerades under kategorin *socialt samspel*. Några tog i intervjun upp att det kan bli lite för lös styrning

med den här typen av arbetssätt. Inom kategorin *samhälle/verklighet* framkom tydligt att projektet fick mening för eleverna, bland annat därför att elevernas frågeställningar ofta utgick från deras vardag. Vi samlade kategorierna intresse/drivkraft och vetenskapligt arbetssätt i det gemensamma temat progression då det vid intervjuerna framkom att eleverna hade upplevt en ständig utveckling under projektets gång inom nämnda kategorier. På samma sätt samlades kategorierna socialt samspel och samhälle/verklighet i temat interaktion eftersom de handlade om ett utbyte med andra individer eller med omvärlden.

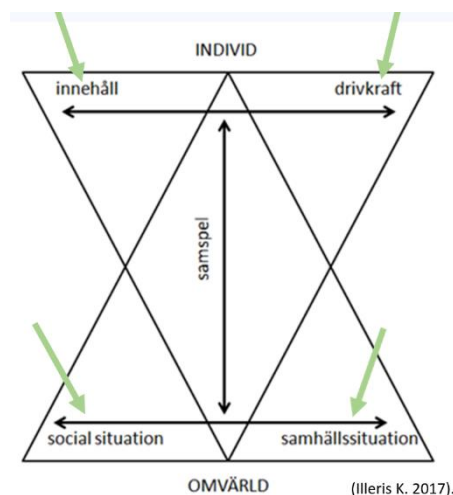
Återkoppling till bakgrundsteorier och teoretiskt ramverk

”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” skapar kontinuitet mellan övergripande och närliggande syfte (Johansson, 2012). Det övergripande syftet med projektet var givet från början: grundämnets kretslopp skulle presenteras för miljöförvaltningen i den fiktiva kommunen Framtiden. Det närliggande syftet (”mål i sikte”) för eleverna ändrades succesivt. Osäkerheten i starten utvecklades till att grupperna själva formulerade sitt ”mål i sikte” med varje lektion. Drivkraften för lärande var tydlig då eleverna var ivriga att komma igång under lektionerna under projektets gång. Om uppstarten tog för lång tid kunde eleverna säga: ”Ja, ja men nu vill vi komma igång med arbetet”. Drivkraften visade sig också genom att elever bad oss hämta loggböckerna då de ville se hur de tänkte förra gången. Tydliga tecken på att deras egen drivkraft drev dem framåt i lärandet. Eftersom de själva ställt frågorna ville de också få reda på svaret. Eleverna upplevde sig som kompetenta, självförtroendet växte och arbetet fick mening.

Med utgångspunkt i Illeris typer av lärande, tolkar vi elevers bedömning av sin progression i ämneskunskaper (d.v.s. fråga 1 och 3 i enkäten) som kumulativt och assimilativt lärande. Eleverna verkar ha lärt sig ungefär lika mycket under båda åren av dessa typer av lärande. Ackommodativt lärande, som betyder att kunskap behöver struktureras om, är ett lärande som vi menar inte har skett i samma grad under år 1 som under år 2. Genom att själva designa laborationer har eleverna uppgraderat sin förmåga till eget lärande eftersom de under projektets gång hela tiden fick tänka om och se frågorna eller undersökningen ur ett annat perspektiv. Vad gäller transformativt lärande uttalade elever under intervjun att de fått en djup insikt inom sitt område och att de nu kunde se miljöproblem kopplade till samhället på ett helt nytt sätt. Känslan av att förstå på djupet och att våga och kunna dra sina egna slutsatser var påtaglig.

I inledningens teoretiska ramverk har vi tolkat vad Illeris menar med komplexa förmågor och skriver ”integrerade kompetenser som gör den lärande kapabel att exempelvis reflektera över fakta, analysera och sätta fakta i ett sammanhang, ta sig an nya problem, överföra kunskap från ett område till ett annat och använda sig av kunskapen både i skolan och utanför”. Efter en sammanvägning av enkäter, jämförelse mellan diagnos och eftertest samt från fokusgruppsintervjuerna under studieår 2, ser vi hur en klar bild framträder av att eleverna under projektet använt sig av just de förmågor som Illeris benämner som komplexa. Vi tror att elever i den åldersgrupp som ingick i studien är ivriga på att börja bearbeta just komplexa förmågor. Eleverna innehar en hel del faktakunskaper sedan tidigare, som tillsammans med hjärnans utvecklingsstadium, gör att eleverna är mogna (och kanske längtar efter) att ta tag i större komplexa och reella problem. Indikationer från denna studie är att den här typen av didaktisk aktivitet är lämplig att föra in under gymnasietidiga år.

Lärande äger enligt Illeris rum genom två interaktioner tillägnelse och samspel. För att en inlärningsprocess ska ske bör dessa interaktioner samverka och helst ske samtidigt. Under kretsloppsprojektet år 2 var det uppenbart att tillägnelse var en flitigt ”nyttjad” interaktion under samtliga fem veckor som projektet pågick. Naturligtvis ”användes” tillägnelse även år 1 men individens drivkraft framstod då mer som en vana eller som ”ett måste” för att lösa skoluppgifter. År 2 aktiverades drivkraften nästan automatiskt, som vi uppfattar det, beroende på att eleverna motiverades att själva vilja lära sig om sitt område eftersom det själva ställt frågorna. Interaktionen samspel blev också en naturlig process i kretsloppsprojektet år 2. Det sociala och rumsliga förhållandena var påtagliga, dels för att eleverna samarbetade starkt i sina grupper och de var viktiga för varandra för att lösa uppgiften. Eleverna kommunicerade mycket med oss lärare, muntligen direkt under lektionspassen men också mer organiserat via loggböcker. Rumsligt kan vi nog säga att eleverna ”invaderade” de naturvetenskapliga klassrummen på skolan. De tog för sig av de tillgångar som lokalerna hade att erbjuda. I förhållande till de fundamentala processerna för lärande har arbetssättet under projektet år 2 i hög grad använt tre av fyra viktiga dimensioner i lärandet: innehåll, drivkraft och social situation (se figur 18). Samhällssituationen jobbade vi inte aktivt in i arbetssättet men dimensionen blev införlivad då elevernas frågor och undersökningar rörde sig i en samhällsrelaterad kontext.



Figur 18. Tillägnelse och samspel är förutsättningar för lärande enligt Illeris (2017). Under läroprocessen i projektet ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” är alla fyra dimensioner representerade.

Metoddiskussion

Den här studien som avser att ge en bild av hur intresse, nyfikenhet och förmåga att utveckla vetenskaplig kompetens, hos gymnasieelever, pekar på att det finns ett samband mellan ett vetenskapligt arbetssätt med stor frihetsgrad och engagemang, nyfikenhet och intresse bland elever. I den här typen av undersökningar förekommer en del komplikationer som minskat säkerheten i orsakssamband. Studien är år 1 genomförd med en grupp elever och år 2 med en annan elevgrupp. Inom respektive grupp kan det finnas individer, grupper eller annan

dynamik som påverkar resultatet. Det som ändå understryker att det finns ett samband mellan en ökad frihetsgrad (vad gäller frågeställning och laborationer) och intresse för lärande är att studien ”står på många ben”, såsom enkäter, diagnos, eftertest, gruppintervjuer samt reflektioner utifrån loggböcker.

Sammanfattande reflektioner

Forskning om laborationers olika syften och arbetssätt är en aktuell didaktisk fråga. Studien ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” är ett bidrag till denna diskussion. Vår förhoppning är att projektet ska inspirerar andra pedagoger att prova liknande arbetssätt.

Vår sammantagna tolkning av resultatet av studien visar att projektet ”Att ställa frågorna själv och designa egna experiment” ger goda förutsättningar att träna på det vetenskapliga arbetssättets samtliga delar. När eleverna själva värderade sin utveckling i det vetenskapliga arbetssättets olika delar upplevde de endast en liten förbättring. Vi tycker oss ändå kunna se en klar och tydlig progression i elevernas förmåga att arbeta vetenskapligt med denna kunskapsproducerande modell.

Under projektets gång vittnade eleverna om att de blev mer och mer intresserade och att intresset ”smittade av sig” inom grupperna. Från början visste de inte så mycket, men succesivt klarnade sambanden och nya frågeställningar växte fram. Ju mer de visste, desto mer ville de veta. Genom att projektet gav frihet i frågeställningen och lätt kunde kopplas till omvärlden upplevdes det som på riktigt. Samtidigt har själva läroprocessen skapat ett stort intresse och drivkraft för lärande. Eleverna växte genom att de fick ta tag i verkliga problem, de fick tillit till sina egna iakttagelser och förklaringar, de ”blev någon” genom att själv ställa frågor och att också kunna besvara dem. Projektet blev på detta sätt identitetsskapande.

Referenser

- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life – evidence based practice*. New York. Teacher College Press.
- Almqvist, J., Hamza, K., Olin, A. (2017). *Undersöka och utveckla undervisning. Professionell utveckling för lärare*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Anderhag, P. (2014). *Taste for science*. Stockholm University. Stockholm.
- Andersson, M., Andersson, M, Elzler, N. (2019) *Gymnasiearbetet- en handbok*. Stockholm. Natur och kultur
- America´s Lab Report. (2006). *Investigations in High School Science*. Chapter 3. P. 7/51.
- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Dissertation. Stockholm: HLS Förlag.
- Andrée, M. (2012). *Altering conditions for student participation and motive development in school science: learning from Helena´s mistake*. *Cult Stud of Sci Educ* (2012) 7: 425-438.
- Backman, Y. Gardelli, T., Gardelli, V. (2012). *Vetenskapliga tankeverktyg: Till grund för akademiska studier*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Barrows, H.S. (1983). *Problem-based, self-directed learning*. *Jama: the journal of the American medical association*. 250 (22). 3077-3080.
- Bergvall, C., Lavett Lagerström, M., Andrée, M. (2018). *Elevers förmåga att planera undersökningar – en kritisk granskning av stödmaterial för bedömning I NO åk 1-6*. *Forskning om undervisning och lärande 2018:1* vol. 6.
- Biesta, G. (2011). *God utbildning i mätningens tidevarv*. Stockholm: Liber.
- Björndahl, G., Landgren, B., Thyberg, M. (2017). *Spira Biologi 1*. Stockholm. Liber AB.
- Chinn, C.A. Malhotra, B.A. (2002). *Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks*. *Science education*, 86, 175-218.
- Christensson, C., Eriksson, M., Lundh, I. (2015). *Att utgå från elevernas frågor om naturvetenskap*. Lärportalen. Skolverket. Stockholm.
- Colburn, A. (2000). *An Inquiry Primer*. Special issue. Department of Science Education at California State University Long Beach. California.
- Creswell, J.W. & Creswell J. D. (2018). *Research design*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC Melbourne. SAGE publications.
- Danielson Thorell, H., Andersson, C., Jonson, A. och Holst, A. (2014). *Är det man ser det som sker?* *Forskning om undervisning och lärande* nr 13.
- Danielson Thorell, H., Johansson E. (2016). *Reaktion kemi 1*. Stockholm: Natur och kultur.

- Dylan, W. (2011). *Att följa lärande- formativ bedömning i praktiken*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Eilks, I., Hofstein, A. (2013). *Teaching chemistry - A studybook*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Ejvegård, R. (2017). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Flick, L. B., Lederman, N.G. (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherlands: Springer.
- Gibbons, P. (2010). *Lyft språket, lyft tänkandet- Språk och lärande*. Stockholm: Hallgren & Fallgren Studieförlag AB.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P-O och Holmgren, S-O. (2010). *Teachers Language on Scientific inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry?* International Journal of Science Education vol- 32 nr 9 1151-1172.
- Hattie, J. (2012). *Synligt lärande för lärare*. Stockholm. Natur och kultur.
- Hjorth, S., Furenhed, A. (2016) *Effektiv undervisning. Meningsfullt lärande*. Stockholm: Natur och kultur.
- Hofstein, A., Lunetta, V N. (2004) *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*. Pennsylvania State University, Science education, 88, 28-54.
- Högström, P., Ottander, C., Benckert, S. (2006). *Lärares mål med laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse*. Nordina 5(3), 54-66.
- Illeris, K. (2017). *Lärande*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K.G., Strömdahl, H. (2009). *Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about science and technology and their opinions on science lessons*. Nordic Studies in Science Education (NorDiNa) 5(2), 213 – 229.
- Johansson, A-M (2012). *Undersökande arbetssätt i NO-undervisningen i grundskolans tidigare årskurser*. Doktorsavhandling Stockholms universitet.
- Kurtén, B. (2008). *Det var intressant, man måste tänka så mycket. Öppna laborationer och V-diagram i kemiundervisningen*. Åbo Akademis förlag.
- Kurtén, B. (2017). *Öppna laborationer i kemi- och fysikundervisningen*. Åbo Akademi.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborgs universitet.
- Lundahl, C. (2011). *Bedömning för lärande*. Bokwell AB, Finland: Norstedts förlag.
- Nutley, S. (2019). *Hjärnan, skärmen och krafterna bakom*. Stockholm: Natur och kultur.
- Oskarsson & Karlsson (2011). *Health care or atom bombs? Interest profiles connected to a science career in Sweden*. Nordic Studies in Science Education (NorDiNa) 7(2), 190 – 201.

- Reinberg, O. (2010). *PBL som ledstjärna? Lärares reflektioner kring möjligheter, förändringar och utmaningar med Problembaserat lärande*. Magisteruppsats i utbildningsvetenskap. Södertörns Högskola.
- Schreiner, C., & Sjöberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education*. University of Oslo, Department of Teacher Education and School Development.
- Scriven, M. (1967). *The methodology of evaluation*. In R.W. Tyler, R.M. Gagné & M. Scriven (Eds), *Perspectives of curriculum evaluation* (Vol. 1, s. 39-83). Chicago; RAND.
- Sjöberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and keyfindings*. University of Oslo.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2016). *Motivation och lärande*. Stockholm: Natur och kultur.
- Skolforskningsinstitutet. (2020). *Laborationer i naturvetenskapsundervisningen*. <https://skolforskningsportalen.se/forskning/laborationer-i-naturvetenskapsundervisningen-2/>
- Skolverket. (2010). *Läroplan för gymnasieskolan*. Stockholm: Skolverket.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Trost, J.&Hultåker, O. (2017). *Enkätboken*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Underwood, A. J. (1997). *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. Cambridge.

Bilagor

1. Enkät år 1
2. Diagnos
3. Uppstartshalvdagen
4. Uppdraget
5. Enkät år 2
6. Eftertest
7. Gruppintervju
8. Resultat av enkät år 1
9. Resultat av enkät år 2
10. Resultat av diagnos år 2
11. Resultat av eftertest år 2

Bilaga 1.

Elevenkät Kretslopp N18 vt 2019

Under våren 2019 har klassen i biologi och kemi gruppvis specialiserat sig på ett kretslopp med där tillhörande laborationer. Arbetet har redovisats i tvärgrupper.

Vi vill nu att Du utvärderar arbetet vad gäller ämneskunskap, intresse/nyfikenhet och arbetssätt.

Vilket kretslopp har du jobbat med?

Ämneskunskap

Fråga 1-2 handlar enbart om det kretslopp som **din grupp** har arbetat med. Fråga 3-4 handlar om **samtliga** kretslopp som ni arbetat med i klassen.

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

1. Temaarbetet kring kretslopp har ökat min **kunskap** om det kretslopp jag har fördjupat mig i.
 - håller inte med alls
 - håller delvis med
 - håller till största delen med
 - håller helt med

 - kan inte ta ställning
2. **Ge några** (minst två) **exempel** på vad du lärt dig om det kretslopp du har fördjupat dig i!
3. Temaarbetet kring kretslopp har ökat min **kunskap** om **flera** kretslopp än det jag själv har fördjupat mig i.
 - håller inte med alls
 - håller delvis med
 - håller till största delen med
 - håller helt med

 - kan inte ta ställning

4. Ge något exempel på vad du lärt dig om **var och en** av de andra gruppernas kretslopp.

Intresse och nyfikenhet

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

1. Temaarbetet kring kretslopp har ökat **mitt intresse** för **det kretslopp** jag har fördjupat mig i.
 - håller inte med alls
 - håller delvis med
 - håller till största delen med
 - håller helt med

 - kan inte ta ställning

2. Temaarbetet kring kretslopp har ökat **mitt intresse** för **många kretslopp**.
 - håller inte med alls
 - håller delvis med
 - håller till största delen med
 - håller helt med

 - kan inte ta ställning

3. Temaarbetet har gjort mig så nyfiken på kretslopps betydelse i naturen och samhället att jag skulle vilja ägna **betydligt mer tid** i skolan åt detta.
 - håller inte med alls
 - håller delvis med
 - håller till största delen med
 - håller helt med

 - kan inte ta ställning

Arbetsätt

Under temaarbetet kring kretslopp i biologi och kemi har undervisningen fördelats mellan genomgångar, laborationer, fördjupning och tvärgruppsredovisning. Du ska nedan värdera hur betydelsefulla de **olika** arbetsätten har varit för ditt lärande.

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

1. Genomgångar

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

2. Laborationer

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

3. Fördjupning i ett kretslopp

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

4. Tvärgruppsredovisning

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

5. Under temaarbetet kring kretslopp har jag känt mig motiverad och engagerad.

- håller inte med alls
- håller delvis med
- håller till största delen med
- håller helt med

- kan inte ta ställning

Berätta med några meningar hur du upplevt temaarbetet kring kretslopp!

Könsidentitet

Kan du tänka dig att delta i en **gruppintervju** som handlar om arbetssätten i temaarbetet kring kretslopp? Är du intresserad anmäl dig till Anna eller Margareta!

Bilaga 2.

Diagnos ämnens kretslopp

- A. Kryssa för vilka av följande begrepp du har hört talas om.
Förklara sen kort de begrepp du kan.

	Sätt ett kryss om du har hört talas om begreppet	<u>Kort</u> förklaring
Abiotiska faktorer		
Avdunstning		
Begränsade resurser		
Buffert		
Fossila bränslen		
Fotosyntes		
Försurning		
Indikator		
Mykorrhiza		
Näringsväv		
pH		
Producenter		
Urlakning		
Övergödning		

B. Ange det svar som du anser korrekt i tipsraden till höger med 1, X eller 2.

Fråga	1	X	2		1	X	2
Hur kommer svavel ut i luften?	Vid användning av datorer	Folk andas	Genom förbränning och vulkanutbrott				
Vilken färg har svavel i fast form?	Gult	Rött	Blått				
Under de senaste decennierna har koldioxidhalten i luften ökat. Vad bidrar inte till detta?	regnskogens skövling	den ökande biltrafiken	en växt som växer				
Kvävefixerande bakterier som har ett symbiotiskt förhållande till växter förser växterna med...	kvävgas	socker	nitrat				
Växter som har ett symbiotiskt förhållande till kvävefixerande bakterier förser bakterierna med...	kvävgas	socker	nitrat				
Varifrån tar landlevande växter upp fosfater som de behöver i sina celler?	vattnet	marken	luften				
Fosfor behövs i cellerna som byggsten i ...	DNA/RNA	proteiner	enzymer				
Det är svårare att avlägsna nitrat än fosfater i ett reningsverk därför att...	Fosfater förångas lätt och går upp i luften	Fosfater är lösliga medan nitrat är svårslösliga	Nitrat är lösligt medan fosfater är svårslösliga				

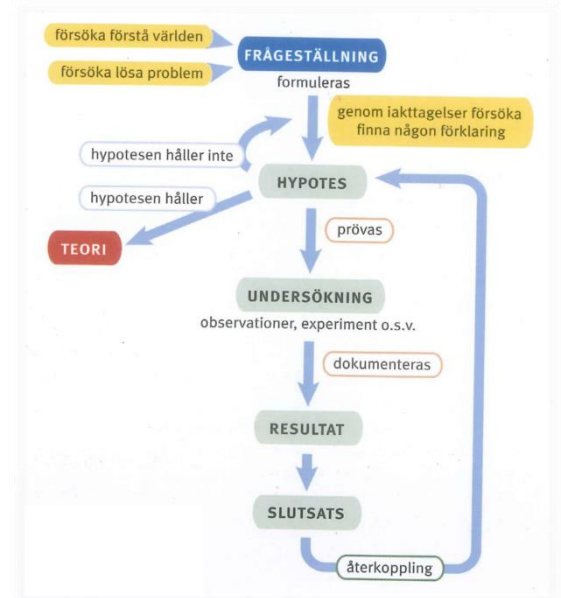
C. Rätt eller fel?

	Rätt/Fel
Växternas viktigaste kvävekälla är fritt kväve	
Metan är en växthusgas	
Näringsrika sjöar är ofta klara med ett stort siktdjup	
Kalkning kan sänka pH i försurade sjöar	
Ozonlagret skyddar oss mot energirik UV-strålning	
Nedbrytare tar upp koldioxid	
Svavelväte kan läcka ut från Östersjöns syrefria botten	
Förbränning av fossila bränslen bidrar till försurning eftersom de kan innehålla svavel	

D. Förmåga - vetenskapligt arbetssätt

1. Studera bilden som visar ett vetenskapligt arbetssätt. Försök sedan göra en **värdering** av din egen förmåga att genomföra några av delarna i detta arbetssätt. Markera mellan 1-4 i raderna nedan.

	Enkelt och bekant	Svårt och obekant
	1-----2-----3-----4	
Formulera frågeställning		
Skriva hypotes		
Designa en undersökning		
Dokumentera under undersökningens gång		
Analysera och dra slutsatser		



2. I en undersökning ändras nästan alltid frågeställningarna under arbetets gång. Vad beror det på?

Bilaga 3.

Grundämnens kretslopp år 2

Projektet genomförs v. 5-10 vt -20 i kurserna biologi och kemi 1.

Förberedelse av kretsloppsprojekt

Diagnos

En anonym diagnos genomförs under vecka 4 innan projektet startas.

Diagnosen genomförs för att visa på era förkunskaper och därmed öka kvaliteten på handledningen under projektets genomförande.

Introduktion

Det övergripande syftet med projektet är, förutom att lära er mer om ämnens kretslopp, att öka er förmåga till att arbeta vetenskapligt och att tillvarata varandras kompetenser. I projektet får ni själva formulera och söka svar på frågor, planera och utföra experiment samt bearbeta, tolka och kritiskt granska resultat och information.

Vetenskapligt arbetssätt har sin grund i nyfikenhet, kreativitet och samspel. Ni får se ett filmklipp från "Snillen spekulerar".

Kretsloppsprojektets genomförande

Moment 1

Syftet är att få en inblick i vad som menas med kretslopp.

Ni grupperas om 5-6 elever. Obs detta är ej blivande projektgrupper. Varje elev får ett nummer. Salen är möblerad med "cafébord". Uppstart sker med "brainstorming" i grupperna. Grupperna omformas efter hand.

1. Fundera över **hur kretslopp kan se ut** med utgångspunkt i bilder från naturen. Bilderna är placerade på mitten av ett A3 med vitt runt. Vid övningens slut sätts bilderna upp på tavlan eller på väggen.

Tidsåtgång ca 30 min.

2. Sitt kvar i den senaste gruppen. Utgå från det periodiska systemet och fundera över **vilka grundämnen som går i kretslopp!** OBS inget websök bara fundering i grupp! Fundera och diskutera under 10 min

Uppgiften avslutas med en **runda** i helklass där era förslag tas upp och lärarna skriver kort på tavlan.

Tidsåtgång ca 15 min

3. Samma grupper som i förra uppgiften.
Uppgiften utgår från bilderna på människan och ämnen, da Vinci och grundämnena, ett ekosystem samt de bilder som bearbetades i uppgift 1 (hänger kvar på tavlan). Titta också på anteckningarna från uppgift 2 som står på tavlan.
Ni ska **välja två grundämnena** som särskilt intresserar er. Grundämnena ska finnas i naturen eller i människan.
Jämför valda grundämnena översiktligt. Var finns de? Hur rör de sig i ett kretslopp? Hur fort går kretsloppet? I vilka aggregationsformer och föreningar finns de? Är det en energikrävande process? Var på jorden?

Framlagd litteratur samt Internet (tillförlitliga och vetenskapliga källor) får användas!
Ordförande och sekreterare utses.
Kort gemensamt handskrivet dokument **lämnas in**.

Tidsåtgång ca 20 min.

Moment 2

Syftet är att förstå uppdraget och välja grundämne.

1. Uppdraget introduceras.
Grund för bedömning presenteras.
Under hela projektet ska ni skriva en individuell loggbok. I den ska ni skriva vad ni gjort och eventuella reflektioner, skrivs i slutet av varje arbetspass. Ny text fylls succesivt på i redan påbörjat dokument. Loggboken förvaras i en tidskriftssamlare i klassrummet eller hos er lärare.
Projektgrupperna om 5 -6 elever presenteras.
Ni samlas i era grupper.

Tidsåtgång 20 min

2. Ni ska nu i era grupper komma fram till vilket grundämne eller naturlig process som ni vill fördjupa er i utifrån uppdraget. Varje grupp föreslår två ämnen eller process, ifall att fler väljer samma grundämne.
Ni ska först ta en promenad tillsammans för att fundera över ett ämne eller process i naturen eller vardagen. Ni bör se er omkring, finns några ämnen i rörelse? Under promenaden ska en återkoppling ske till de diskussioner som fördes under pass 1. Känns något grundämne/process extra viktigt för dig/er/naturen eller för att samhället ska fungera?

Promenaden bör ta ca 20 min.

3. Ni återvänder sedan till klassrummet och **enas om ett eller två grundämnena/processer** som är viktigt för er/naturen/samhället som ni **vill undersöka**. Om fler grupper vill undersöka samma ämne lottas det mellan grupperna. Grupperna återkopplar till reflektioner från

moment 1 och diskuterar med lärarna. Gruppens gemensamma **beslut meddelas** lärarna, därefter skriver ni enskilt i loggboken.

Moment 3

Syftet är att komma på hur valt grundämnes kretslopp skulle kunna undersökas laborativt.

Börja med att inventera idéer i gruppen och försök att ställa undersökningsbara frågor.

Försök därefter att designa ett eller fler experiment (undersökning) och ställa en eller flera hypoteser. Tänk på att instruktionen för undersökningen behöver vara detaljerad och noggrann. Beroende på val av ämne kommer kanske bara delar av kretsloppet att kunna visas. Förslag ventileras med lärarna.

Litteratur samt tillförlitliga och vetenskapliga källor på Internet får användas.

Plan för experimentets genomförande lämnas in.

(N19B måste få sitt experiment färdigdesignat fredag v. 5).

Moment 4

Syftet är att studera ämnet teoretiskt.

Grundämnets hela kretslopp ska presenteras, vilket innebär att studier behöver göras för att ge ett teoretiskt underlag för undersökningen och för att förklara ämnets kretslopp i ett större sammanhang.

Använd framlagd litteratur och tips på webbsidor.

Moment 5

Syftet är att genomföra den laborativa undersökningen.

Inför laborationspasset måste varje grupp ha **stämt av sin plan med lärarna** så att materiel kan förberedas. Ni genomför era undersökningar enligt inlämnad plan.

Analysera därefter resultatet och gör eventuella revideringar. Undersökningen kan behöva upprepas vid ett senare tillfälle.

Moment 6

Syftet är att förbereda redovisningen.

Ni förbereder tvärgruppsredovisningen avseende projektets samtliga delar. Tänk på att redovisa pedagogiskt och kreativt så att budskapet når fram!

Innan redovisningstillfället **lämnas** ett **manus in** (fredag vecka 9).

Redovisning

Uppdraget redovisas i halvklass i tvärgrupper om 2 -3 elever från varje grupp. Redovisningen får ta maximalt 10 minuter per grupp.

Målgruppen för redovisningen är kommunen *Framtidens* Miljöförvaltning. Under redovisningen representeras Miljöförvaltningen av klasskamrater och lärare.

Tidsåtgång 60 min.

Efterarbete av kretsloppsprojekt

Enkät

En utvärdering av projektet genomförs i direkt anslutning till redovisningen. Utvärderingen sker i form av en enkät.

Tidsåtgång 15 min.

Eftertest

En Individuell test genomförs på en biologielektion direkt efter att projektet har avslutats.

Kretslopp	Klass a	Klass b
4	Diagnos 30 min på kemi torsdag	Diagnos 30 min på kemi onsdag
5	Uppstart under laborationspass tisdag. (moment 1 och 2). Biologi torsdag och fredag Kemi torsdag (moment 3 och 4) (kemi onsdag genomgång syror och baser) Antal lektionspass 3	Uppstart onsdag em kemi och biologi. (moment 1 och 2). Biologi fredag (moment 3) Antal lektionspass 1
6	Biologi torsdag och fredag Kemi onsdag och torsdag (moment 3 och 4)	Laborationspass biologi och kemi (moment 5). Biologi onsdag och fredag Kemi tisdag och onsdag (moment 3 -5) Antal lektionspass 4

	Antal lektionspass 4	
7	<p>Laborationspass biologi och kemi (moment 5).</p> <p>Biologi torsdag och fredag</p> <p>Kemi onsdag (moment 3 -5)</p> <p>(kemi torsdag syror och baser)</p> <p>Antal lektionspass 3</p>	<p>Biologi onsdag och fredag</p> <p>Kemi onsdag (kemi tisdag syror och baser)</p> <p>(moment 3 -5)</p> <p>Antal lektionspass 3</p>
8	Lov	Lov
9	<p>Biologi torsdag och fredag</p> <p><i>Onsdag utvecklingssamtal</i></p> <p>Kemi torsdag</p> <p>(moment 6)</p> <p>Manusredovisning lämnas in fredag</p> <p>Antal lektionspass 3</p>	<p>Laborationspass biologi och kemi</p> <p><i>Onsdag utvecklingssamtal</i></p> <p>Biologi fredag</p> <p>Kemi tisdag</p> <p>(moment 6)</p> <p>Manusredovisning lämnas in fredag</p> <p>Antal lektionspass 4</p>
10	<p>Tvärgruppsredovisning tisdag på laborationspass i halvklass</p> <p>Eftertest fredag på biologilektion</p>	<p>Tvärgruppsredovisning på onsdag em kemi- och biologipass i halvklass</p> <p>Eftertest fredag på biologilektion</p>

Bilaga 4.

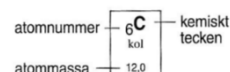
Uppdrag kretslopp

Kommunen *Framtiden* är djupt engagerad i de Globala målen för en hållbar utveckling och strävar efter en långsiktig hållbarhet. Som en del i hållbarhetsarbetet vill kommunen få en översikt över vilka viktiga grundämnen som cirkulerar i naturen och i samhället.



Ni arbetar som konsulter i det fiktiva företaget *Kretslopp*. Företaget har fått uppdraget att utreda betydelsen av ämnens kretslopp i naturliga processer.

För att lösa uppdraget har företaget delat in arbetsstyrkan i sex projektgrupper som var och en skall undersöka ett ämnens kretslopp eller en naturlig process som är betydelsefull för ett grundämne. Grundämnet studeras både teoretiskt och laborativt. Gruppen designar ett eller flera experiment som kan visa hur ämnet cirkulerar. Resultatet av projektgruppernas utredningar och experiment ska presenteras inför kommunens miljöförvaltning tisdagen den 3 mars respektive onsdag 4 mars 2020.



Syfte

Vetenskapligt arbetssätt har sin grund i nyfikenhet, kreativitet och samspel. Syftet med projektet är att öka er förmåga både till att arbeta vetenskapligt och att tillvarata varandras kompetenser. I projektet får ni själva formulera och söka svar på frågor, planera och utföra experiment samt bearbeta, tolka och kritiskt granska resultat och information. Aktuell forskning inom ert valda område stärker er möjlighet att delta i samhällsdebatten.

Presentation

Uppdraget redovisas i mindre grupper inför kommunen *Framtidens* miljöförvaltning. Under presentationen ges tillfälle att argumentera samt redogöra för analyser och slutsatser.

Tidsram för projektet

Uppdraget genomförs under vecka 5-10 år 2020.

Bedömning av uppdraget

Vad säger kursplanerna?

Från centrala innehållet i både biologi och kemi:

- Vad som kännetecknar en naturvetenskaplig frågeställning.
- Modeller och teorier som förenklingar av verkligheten.
- Det experimentella arbetets betydelse för att testa, omvärdera och revidera hypoteser, teorier och modeller.
- Hur problem och frågor avgränsas och studeras med hjälp av biologiska/kemiska resonemang
- Ställningstagande i samhällsfrågor utifrån biologiska/kemiska modeller, till exempel frågor om hållbar utveckling.

BIOLOGI

Från centrala innehållet:

- Ekosystemens struktur och dynamik.
- Energiflöden och kretslopp av materia samt ekosystemtjänster.
- Naturliga och av människan orsakade störningar i ekosystem med koppling till frågor om bärkraft och biologisk mångfald.

KEMI

Från centrala innehållet:

- Kemisk bindning och dess inverkan på till exempel förekomst, egenskaper och användningsområden för organiska och oorganiska ämnen
- Syrabasreaktioner, inklusive pH-begreppet och buffertverkan
- Redoxreaktioner
- Energiomsättning vid kemiska reaktioner
- Tolkning och skrivning av formler för kemiska föreningar och reaktioner

Betygskriterier som är aktuella i biologi och kemi:

1. Kunskaper om biologins/kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas.
2. Förmåga att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor samt att identifiera, formulera och lösa problem. Förmåga att reflektera över och värdera valda strategier, metoder och resultat.
3. Förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa fältstudier, experiment och observationer samt förmåga att hantera material och utrustning.
4. Kunskaper om biologins/kemins betydelse för individ och samhälle.
5. Förmåga att använda kunskaper i biologi/kemi för att kommunicera samt för att granska och använda information.

Bilaga 5.

Elevenkät Kretslopp år 2 vt 2020

Under våren 2020 har klassen i biologi och kemi gruppvis fördjupat sig på ett kretslopp och designat egna laborationer. Arbetet har redovisats i tvärgrupper.

Vi vill nu att Du utvärderar projektet vad gäller ämneskunskap, intresse/nyfikenhet och arbetsätt.

Vilket kretslopp har du jobbat med?

Ämneskunskap

Fråga 1-2 handlar enbart om det kretslopp som **din grupp** har arbetat med. Fråga 3-4 handlar om **samtliga** kretslopp som ni arbetat med i klassen.

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

5. Temaarbetet kring kretslopp har ökat min **kunskap** om det kretslopp jag har fördjupat mig i.

- håller inte med alls
 håller delvis med
 håller till största delen med
 håller helt med
 kan inte ta ställning

6. **Ge några** (minst två) **exempel** på vad du lärt dig om det kretslopp du har fördjupat dig i!

7. Temaarbetet kring kretslopp har ökat min **kunskap** om **flera** kretslopp än det jag själv har fördjupat mig i.

- håller inte med alls
 håller delvis med
 håller till största delen med
 håller helt med
 kan inte ta ställning

8. **Ge något exempel** på vad du lärt dig om **var och en** av de andra gruppernas kretslopp.

Intresse och nyfikenhet

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

4. Temaarbetet kring kretslopp har ökat **mitt intresse** för **det kretslopp** jag har fördjupat mig i.
- håller inte med alls
- håller delvis med
- håller till största delen med
- håller helt med
- kan inte ta ställning
5. Temaarbetet kring kretslopp har ökat **mitt intresse** för **många kretslopp**.
- håller inte med alls
- håller delvis med
- håller till största delen med
- håller helt med
- kan inte ta ställning
6. Temaarbetet har gjort mig så nyfiken på kretslopps betydelse i naturen och samhället att jag skulle vilja ägna betydligt **mer tid** i skolan åt detta.
- håller inte med alls
- håller delvis med
- håller till största delen med
- håller helt med
- kan inte ta ställning

Arbetsätt

Under temaarbetet kring kretslopp i biologi och kemi har undervisningen fördelats mellan introduktionspass, genomgångar i kemi, laborationer, fördjupning och tvärgruppsredovisning. Du ska nedan värdera hur betydelsefulla de **olika** arbetsätten har varit för ditt lärande.

Kryssa i det påstående som stämmer bäst för dig.

6. Introduktionspass

(bildanalys natur och grundämnen, brainstorming, jämförelse av kretslopp, val av grundämne)

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

7. Genomgångar i kemi

(syror och baser)

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

8. Egendesignade laborationer

- arbetsättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetsättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

9. Fördjupning i ett kretslopp

- arbetssättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

10. Tvärgruppsredovisning

- arbetssättet har inte alls stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har delvis stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har till stor del stärkt min förmåga till eget lärande
- arbetssättet har absolut stärkt min förmåga till eget lärande

- kan inte ta ställning

11. Under temaarbetet kring kretslopp har jag känt mig motiverad och engagerad.

- håller inte med alls
- håller delvis med
- håller till största delen med
- håller helt med

- kan inte ta ställning

Berätta med några meningar hur du upplevt temaarbetet kring kretslopp!

Kön

Projektet kommer att följas upp med en **gruppintervju**.

Prata med Anna eller Margareta om du vill vara med!

Bilaga 6.

Eftertest ämnens kretslopp

Namn:

Klass:

**E. Kryssa för vilka av följande begrepp du har hört talas om.
Förklara sen kort de begrepp du kan.**

	Sätt ett kryss om du har hört talas om begreppet	<u>Kort</u> förklaring
Abiotiska faktorer		
Avdunstning		
Begränsade resurser		
Buffert		
Fossila bränslen		
Fotosyntes		
Försurning		
Indikator		
Mykorrhiza		
Näringsväv		
pH		
Producenter		
Urlakning		
Övergödning		

F. Ange det svar som du anser korrekt i tipsraden till höger med 1, X eller 2.

Fråga	1	X	2		1	X	2
Hur kommer svavel ut i luften?	Vid användning av datorer	Folk andas	Genom förbränning och vulkanutbrott				
Vilken färg har svavel i fast form?	Gult	Rött	Blått				
Under de senaste decennierna har koldioxidhalten i luften ökat. Vad bidrar inte till detta?	regnskogens skövling	den ökande biltrafiken	en växt som växer				
Kvävefixerande bakterier som har ett symbiotiskt förhållande till växter förser växterna med...	kvävgas	socker	nitrat				
Växter som har ett symbiotiskt förhållande till kvävefixerande bakterier förser bakterierna med...	kvävgas	socker	nitrat				
Varifrån tar landlevande växter upp fosfater som de behöver i sina celler?	vattnet	marken	luften				
Fosfor behövs i cellerna som byggsten i ...	DNA/RNA	proteiner	enzym				
Det är svårare att avlägsna nitrat än fosfat i ett reningsverk därför att...	Fosfat förångas lätt och går upp i luften	Fosfat är lösligt medan nitrat är svårslösligt	Nitrat är lösligt medan fosfat är svårslösligt				

G. Rätt eller fel?

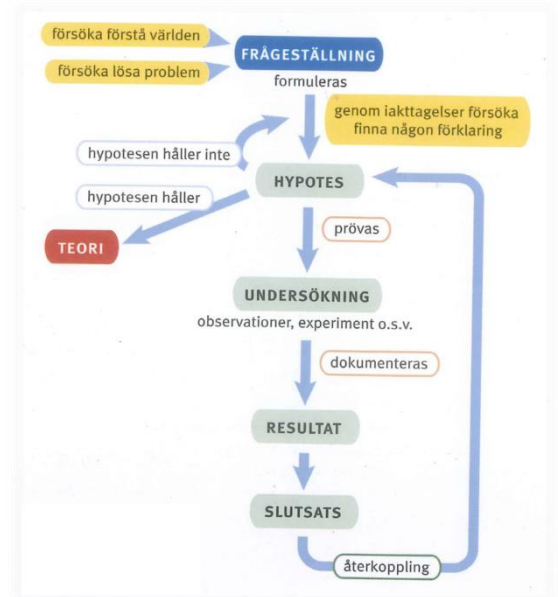
	Rätt/Fel
Växternas viktigaste kvävekälla är fritt kväve (N ₂)	
Metan är en växthusgas	
Näringsrika sjöar är ofta klara med ett stort siktdjup	
Kalkning kan sänka pH i försurade sjöar	
Ozonlagret skyddar oss mot energirik UV-strålning	
Nedbrytare tar upp koldioxid	
Svavelväte kan läcka ut från Östersjöns syrefria botten	
Förbränning av fossila bränslen bidrar till försurning eftersom de kan innehålla svavel	

H. Förmåga - vetenskapligt arbetssätt

3.

- a. Studera bilden som visar ett vetenskapligt arbetssätt. Gör en **värdering** av din egen förmåga att genomföra några av delarna i detta arbetssätt. Markera mellan 1-4 i raderna nedan.

	Enkelt och bekant	Svårt och obekant
	1-----2-----3-----4	
Formulera frågeställning		
Skriva hypotes		
Designa en undersökning		
Dokumentera under undersökningens gång		
Analysa och dra slutsatser		



- b. Försök sedan bedöma **hur DU har utvecklats** i arbetssättets olika delar. Värdera din utveckling genom att markera mellan 1-4 i raderna nedan. Om du vill kan du ge kommentarer vid sidan av raderna.

	Ingen skillnad	Stor förbättring
	1-----2-----3-----4	
Formulera frågeställning		
Skriva hypotes		
Designa en undersökning		
Dokumentera under undersökningens gång		
Analysa och dra slutsatser		

4. I en undersökning ändras nästan alltid frågeställningarna under arbetets gång. Vad beror det på?

Bilaga 7.

Gruppintervju

En gruppintervju per klass med 5-6 personer.

Strävan är att få en elev från varje behandlat grundämne.

En av intervjuarna håller igång kommunikationen och den andre skriver ner respondenternas svar. Intervjuerna bandas som en säkerhet för att kunna gå tillbaka.

Uppstart

- utgå från Bild från Reaktion kemi 1 sid 26 om vetenskapliga processer
- varje elev får ett antal klistermärken som de självständigt (utan att kommentera) placerar på passande position på bilden. Varje grundämnen (=elev) har en specifik färg. Med passande position menas att aktiviteten har "använts" under projektet. Detta bör ta ca fem min.
- runda genomförs då några av valda aktiviteter kommenteras

Arbetsättet mer specifikt

Ämneskunskaper (visa diagram 1 i fråga 1 i enkäten)

1. Hur utvecklas era ämneskunskaper genom det lärandesätt (som helhet) som användes i projektet?
 - runda

Intresse och nyfikenhet (visa diagram 3 fråga 1 i enkäten)

2. Försök att förklara på vilket sätt intresset ökar genom att arbeta som vi gjorde i projektet?
 - runda

Arbetsätt (visa diagram 8 fråga 3)

3. I det här projektet fick ni själva ta ansvar för att designa laborationer.
 - a. Beskriv på vilket sätt arbetsättet har utvecklat er förmåga att arbeta vetenskapligt?
 - runda
 - b. Alla människor är bra på olika saker. Hur har ni gjort för att tillvarata varandras resurser under projektet?
 - runda

Bilaga 8.

Resultat av enkät år 1		håller inte med alls	håller delvis med	håller till största delen med	håller helt med	kan inte ta ställning
Ämneskunskap						
Temaarbetet kring kretslopp har ökat min kunskap om det kretslopp jag har fördjupat mig i.	Antal	2	4	13	36	0
	Procent	4 %	7 %	24 %	65 %	0 %
Temaarbetet kring kretslopp har ökat min kunskap om flera kretslopp än det jag själv har fördjupat mig i.		2	14	22	17	0
		4 %	25 %	40 %	31 %	0 %
Intresse och nyfikenhet						
Temaarbetet kring kretslopp har ökat mitt intresse för det kretslopp jag har fördjupat mig i.	Antal	11	21	18	4	1
	Procent	20 %	38 %	33 %	7 %	2 %
Temaarbetet kring kretslopp har ökat mitt intresse för många kretslopp.		10	27	10	6	2
		18 %	49 %	18 %	11 %	4 %
Temaarbetet har gjort mig så nyfiken på kretslopps betydelse i naturen och samhället att jag skulle vilja ägna betydligt mer tid i skolan åt detta.		22	20	7	5	1
		40 %	36 %	13 %	9 %	2 %
Under temaarbetet kring kretslopp har jag känt mig motiverad och engagerad						
	Antal	7	25	19	4	0
	Procent	13 %	45 %	35 %	7 %	0 %
Arbetsätt						
arbetsättet har stärkt min förmåga till eget lärande		inte alls	delvis	till stor del	absolut	kan inte ta ställning
Genomgångar	Antal	1	20	16	14	4
	Procent	2 %	36 %	29 %	25 %	7 %
Laborationer		7	24	14	10	0
		13 %	44 %	25 %	18 %	0 %
Fördjupning i ett kretslopp		2	10	26	16	1
		4 %	18 %	47 %	29 %	2 %
Tvärgruppsredovisning		3	24	16	11	1
		5 %	44 %	29 %	20 %	2 %

Bilaga 9.

Resultat av enkät år 2		håller inte med alls	håller delvis med	håller till största delen med	håller helt med	kan inte ta ställning
Ämneskunskap						
Temaarbetet kring kretslopp har ökat min kunskap om det kretslopp jag har fördjupat mig i.	Antal	1	2	20	38	1
	Procent	2 %	3 %	32 %	61 %	2 %
Temaarbetet kring kretslopp har ökat min kunskap om flera kretslopp än det jag själv har fördjupat mig i.		0	24	25	13	0
		0 %	39 %	40 %	21 %	0 %
Intresse och nyfikenhet						
Temaarbetet kring kretslopp har ökat mitt intresse för det kretslopp jag har fördjupat mig i.	Antal	4,5	16,5	21	20	0
	Procent	7 %	27 %	34 %	32 %	0 %
Temaarbetet kring kretslopp har ökat mitt intresse för många kretslopp.		5,5	26,5	18	12	0
		9 %	43 %	29 %	19 %	0 %
Temaarbetet har gjort mig så nyfiken på kretslopps betydelse i naturen och samhället att jag skulle vilja ägna betydligt mer tid i skolan åt detta.		14,5	21,5	15	11	0
		23 %	35 %	24 %	18 %	0 %
Engagemang						
Under temaarbetet kring kretslopp har jag känt mig motiverad och engagerad	Antal	2,5	15,5	25,5	16,5	2
	Procent	4 %	25 %	41 %	27 %	3 %
Arbetssätt						
arbetssättet har stärkt min förmåga till eget lärande		inte alls	delvis	till stor del	absolut	kan inte ta ställning
Introduktionspass	Antal	9	24	24	3	2
	Procent	15 %	39 %	39 %	5 %	3 %
Genomgångar		3	23,5	21,5	13	1
		5 %	38 %	35 %	21 %	2 %
Egendesignade laborationer		2	11,5	20,5	28	0
		3 %	19 %	33 %	45 %	0 %
Fördjupning i ett kretslopp		0	12,5	23,5	26	0
		0 %	20 %	38 %	42 %	0 %
Tvärgruppsredovisning		5	14	21	19	3
		8 %	23 %	34 %	31 %	5 %

Bilaga 10.

Resultat av diagnos år 2		
Del A		
Begreppskännedom Antal begrepp 14 stycken	Medeltal av de antal begrepp som eleverna hade hört talas om	10
	Andel av de presenterade begreppen som eleverna hade hört talas om	70 %
Del B		
Frågor i form av tipsrad 8 rader	Medeltal av antal rätt svar	5,4
	Summerad andel rätt svar	68 %
Del C		
Rätt eller fel? Eleverna skulle förhålla sig till åtta påstående	Medeltal av antal rätt svar	5,2
	Summerad andel rätt svar	65 %
Del D		
Värdering av den egna förmågan att:	Värderingen skedde i en skala från 1 – 4 där 1 står för enkelt och bekant och 4 för svårt och obekant	
Formulera frågeställning	2,02	
Skriva hypotes	1,98	
Designa en undersökning	2,46	
Dokumentera under undersökningens gång	2,11	
Analysera och dra slutsatser	2,37	
Medeltal för samtliga vetenskapliga förmågor	2,2	

Bilaga 11.

Resultat av eftertest år 2		
Del A		
Begreppskännedom Antal begrepp 14 stycken	Medeltal av de antal begrepp som eleverna hade hört talas om	12,2
	Andel av de presenterade begreppen som eleverna hade hört talas om	86 %
Del B		
Frågor i form av tipsrad 8 rader	Medeltal av antal rätt svar	6
	Summerad andel rätt svar	75 %
Del C		
Rätt eller fel? Eleverna skulle förhålla sig till åtta påstående	Medeltal av antal rätt svar	5,9
	Summerad andel rätt svar	73 %
Del D		
Värdering av den egna förmågan att:	Värderingen skedde i en skala från 1 – 4 där 1 står för enkelt och bekant och 4 för svårt och obekant	
Formulera frågeställning	1,87	
Skriva hypotes	1,80	
Designa en undersökning	2,31	
Dokumentera under undersökningens gång	1,92	
Analysa och dra slutsatser	2,13	
Medeltal för samtliga vetenskapliga förmågor	2,01	