



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Användandet av digitala verktyg inom kemiämnet på gymnasiet.

En kartläggning av kemilärares åsikter och uppfattningar.

Namn: Callas, Simon.
Program: Ämneslärarprogrammet, inriktning
Kemi och Idrott & hälsa.



Examensarbete: 15 hp
Kurs: LGKE2A
Nivå: Avancerad nivå
Termin/år: VT/2019
Handledare: Leif Eriksson
Examinator: Örjan Hansson
Kod: VT19-3140-001-LGKE2A

Nyckelord: Datorlaboration, digital kompetens, digitala verktyg, digitala hjälpmedel, informationsteknik, kommunikationsteknik, ICT, IKT, lärverktyg, visualisering, virtuella laborationer.

Abstract (sv.)

I detta arbete behandlas hur digitala verktyg används som läromedel. I synnerhet fokuseras arbetet kring den svenska gymnasieskolan och ämnet kemi. För att undersöka detta bearbetas relevant tidigare forskning i kombination med kemilärares åsikter och uppfattningar, som dokumenteras med hjälp av en enkätundersökning. I arbetet påvisas det både genom enkät och tidigare forskning att digitala verktyg kan ha en positiv inverkan på lärandet.

Abstract (eng.)

This study aims to research how digital tools are used in teaching. In particular, the paper focuses on chemistry as a subject in the Swedish high school system. Existing relevant research has been reviewed in combination with chemistry teachers' opinions and perceptions, which have been collected through a survey questionnaire. The results show that digital tools may have a positive impact on learning.

Förord

Att få utföra detta arbete har i första hand hjälpt mig att bredda mina personliga kunskaper kring vetenskapliga arbetsmetoder. Arbetet har bland annat ökat min förståelse för hur tidigare forskning kan kombineras med ett eget empiriskt underlag. Detta arbete har även erbjudit mig möjlighet att öka min förståelse för vikten av kvalitativa såväl som kvantitativa metoder.

Att få undersöka hur digitala verktyg i dagsläget nyttjas inom kemiämnet är förhoppningsvis någonting som jag kan ha nytta av i min kommande yrkesroll som kemilärare. Under arbetets gång har jag dessutom skapat mig en bild av vilka fördelar och vilka problem som finns kring att implementera digitala verktyg i undervisningen.

Arbetet hade inte varit genomförbart utan de kemilärare som valde att medverka som respondenter i studien. Vidare riktas ett stort tack till de medstudenter som har opponerat på arbetet i fråga, och på annat vis kommit med feedback. Uppskattning riktas även till de testrespondenter som var villiga att kontrollera studiens tillhörande enkät. Ett stort tack riktas till Leif Eriksson för hans handledning och det stöd som under arbetets gång har varit av högsta rang. Slutligen vill jag tacka Örjan Hansson för hans råd och stöd under utbildningens gång.

Simon Callas, Göteborg den 6:e juni 2019.

1 Innehållsförteckning

1	Innehållsförteckning.....	3
2	Begreppsförklaringar.....	5
3	Inledning.....	5
3.1	Syfte.....	6
3.1.1	Avgränsningar.....	7
3.2	Digitala verktyg som begrepp.....	7
3.3	Inlärningsmetoder.....	7
4	Tidigare forskning.....	9
4.1	Datorlaborationer.....	9
4.2	Visualiseringar & simuleringar.....	11
4.3	Lärares användning av digitala verktyg.....	12
5	Metod.....	15
5.1	Metoddiskussion.....	15
5.2	Val av undersökningsmetod.....	15
5.3	Val av respondenter.....	17
5.4	Val av ämnesområde.....	17
5.5	Etiska aspekter.....	18
6	Resultat och preliminär analys.....	19
6.1	Enkätfråga 1. ”Använder du och dina elever interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”.....	19
6.2	Enkätfråga 2. ”Kopplat till vilka ämnesområden använder du interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”.....	20
6.3	Enkätfråga 3. ” Hur anser du att interaktiva digitala verktyg påverkar förståelsen för kemi i allmänhet hos elever?”.....	22
6.4	Enkätfråga 4. ”Hur anser du att användandet av interaktiva digitala verktyg i kemiundervisningen bör se ut i framtiden?”.....	23
6.5	Enkätfråga 5. ”Hur trygg känner du dig i att använda interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”.....	24
6.6	Enkätfråga 6. ”Hur anser du att kunskapsnivån kring interaktiva digitala verktyg är hos dina elever i allmänhet?”.....	25
6.7	Enkätfråga 7. ”Erbjuder din skola någon form av programvara eller annat interaktivt digitalt verktyg som du kan nyttja i din undervisning? (om ja, vilket/vilka?).”.....	27

6.8	Enkätfråga 8. ”Har du några övriga kommentarer kring användandet av interaktiva digitala verktyg i undervisningen? Använd kommentarsfältet nedan.”	30
6.9	Enkätfråga 9. ”Vad anser du om att ersätta tid från ordinarie laborationer till interaktiva datorlaborationer? Motivera gärna ditt svar”	31
7	Sammanfattning	34
8	Diskussion	35
8.1	Studiens brister	36
8.2	Vidare forskning	36
9	Referenslista	37
10	Bilagor	41
10.1	Enkät	41
10.2	Digitala resurser för kemiämnet	43

2 Begreppsförklaringar

- 3D – Ett objekt eller en figur i tre dimensioner.
- CBL – *Computer based learning*.
- Datorlaboration - Ett simulerat laboratorieexperiment som genomförs i en digital miljö
- Digital kompetens – Förståelse för användandet av olika datortillämpningar.
- Digitala verktyg – Tekniskt instrument för att förmedla och/eller gestalta något.
- Fysisk laboration/traditionell laboration – Laborationer som utförs i en fysisk miljö med konkret utrustning.
- Interaktiva verktyg – Samarbete mellan datoranvändare och dator, där användaren kan korrigera utfallet i verktyget, med hjälp av olika funktioner.
- I2I - *Inquiry-to-Insight Project*. Samarbetsprojekt mellan Stanford University och Göteborgs Universitet som parar ihop studenter från olika länder i ett privat socialt nätverk.
- IKT - Informations- och kommunikationsteknik
- ICT - *Information and Communication Technology*.
- MAML – *Multi-agent modeling language*.
- Visualiseringar – Åskådliggörande av flerdimensionella ting, anpassat till människans sinnen.
- Simuleringar – En återskapad avbild av verkligheten.
- *Rote memorization* – Att lära sig utantill utan att ha förståelse för själva kunskapen.
- VARK – modell för de olika sinnesmodaliteterna: ”*visual, auditiv, read/write, kinesthetic*”
- Virtuella Laboration (VL) – Kan anses synonymt med ”Datorlaboration”.

3 Inledning

Den första juli 2018 genomfördes en revidering av styrdokumenterna rörande gymnasieskolan. Förändringarna syftade till att stärka elevernas digitala kompetens för fortsatta studier och ett kommande arbetsliv, samt att uppmana lärare till att nyttja digitala verktyg för att främja elevernas lärande. Enligt Skolverket (2019a) innefattar den digitala kompetensen fyra olika områden. De första två områdena behandlar elevernas förståelse för hur digitalisering påverkar individ och samhälle, samt hur digitalisering kan användas i undervisningen. Vidare beskriver Skolverket (2019a) att det tredje området fokuserar på hur olika aspekter av digital kompetens kan inkluderas i undervisningen, och slutligen nämns det fjärde området som beskriver hur elevernas tidigare erfarenheter av digitala verktyg kan nyttjas. I läroplanen för gymnasiet, under ”Skolans värdegrund och uppgifter” går det att läsa att:

”I ett allt mer digitaliserat samhälle ska skolan också bidra till att utveckla elevernas digitala kompetens. Skolan ska bidra till att eleverna utvecklar förståelse av hur digitaliseringen påverkar individen och samhällets utveckling. Alla elever ska ges möjlighet att utveckla sin förmåga att använda digital teknik. De ska också ges möjlighet att utveckla ett kritiskt och ansvarsfullt förhållningssätt till digital teknik, för att kunna se möjligheter och förstå risker samt för att kunna värdera information. Genom dessa kunskaper och förhållningssätt kopplade till digital kompetens, entreprenörskap och innovationstänkande utvecklar eleverna förmågor som är viktiga i såväl arbets- och samhällslivet som vid vidare studier” (Skolverket, 2019b).

Skolverket har därutöver utformat ett kommentarmaterial som ska hjälpa lärare på gymnasiet att arbeta med elevernas digitala kompetens. I materialet går det läsa att digital kompetens påträffades som en av EUs nyckelkompetenser år 2006, vilket lade grunden till denna revidering av skolans läroplaner. EUs definition av digital kompetens innefattar bland annat centrala datortillämpningar såsom användandet av kalkylprogram och informationsdelning. Skolverket poängterar att digital kompetens och angränsande begrepp bör nyttjas i generell och i en bred betydelse, då dess innebörd präglas av en hög förändringstakt (Skolverket, 2017).

I kommentarmaterialet exemplifierar Skolverket (2017) de fyra ovanstående områdena där ”Digitaliseringens påverkan på samhället” beskrivs innefatta digitaliseringens nytta för att öppna nya dimensioner i lärandet, exempelvis genom simulering- och responsverktyg. Vidare anser Skolverket (2017) att en viktig aspekt i elevernas lärande är användandet av digitala verktyg i olika sammanhang, då sådan användning är ett ökat inslag inom allt fler yrkesområden. Därutöver menar Skolverket (2017) att digitala verktyg kan appliceras på undervisningen för att stimulera kreativitet, nyfikenhet och självförtroende. Detta genom att nyttja digitala verktyg och medier för att lösa problem och omsätta idéer till handling (Skolverket, 2017).

Tanken med ovanstående innehåll är att erbjuda samtliga läroverk en likställd utbildning i hela landet. De digitala verktygen anses också, enligt Skolverket (2017) vara ett medel för att individualisera undervisningen och erbjuda det stöd som krävs för att exempelvis elever med specifika behov ska uppnå kraven. I läroplanen för gymnasie- och särskolan poängteras det också att eleverna ska ges tillgång till: ”läromedel av god kvalitet samt andra lärverktyg för en tidsenlig utbildning” (Skolverket, 2017).

Dessa lärandemål förekommer i olika stor utsträckning inom de olika gymnasieämnena. Följande studie kommer uteslutande fokusera på de lärandemål som appliceras på ämnet kemi i gymnasieskolan. Arbetet kommer bestå av tidigare forskning med inslag av lärar- och elevuppfattningar kring digitala verktyg, studier där elevers förmågor granskas, samt en enkät anpassad till rådande arbete.

3.1 Syfte

Digitala verktyg är ett begrepp som har en bred omfattning och som enligt olika definitioner kan innefatta olika områden. Följande arbete kommer fokusera på digitala verktyg som hjälpmedel för att främja inläringen av framförallt naturvetenskapliga ämnen på gymnasial nivå. Vidare kommer denna studie granska hur elevers kompetens kring digitala verktyg, så som animationer och simuleringar förefaller i dagsläget. Av särskilt intresse är i vilken utsträckning som interaktiva digitala verktyg nyttjas i gymnasieskolan, samt hur behovet för dessa verktyg ser ut, enligt tidigare forskning och de kemilärare som deltagit i ovan nämnd enkätundersökning. ”Interaktiv” innebär något ”som har att göra med interaktion” enligt svenska akademins ordbok (2015) och specificeras vidare som något:

som sker i samarbete mellan datoranvändare och dator ibl. (ibland, min anmärkning) om problemlösning, varvid datorns förslag fortlöpande korrigeras av användaren” (Svenska akademien, 2015).

3.1.1 Avgränsningar

De områden som inte kommer beröras är bland annat den del av digital kompetens och digitala verktyg som Skolverket (2017) menar på används för att kunna hantera det stora informationsflöde och förmåga att granska, samt värdera olika källor i dagens teknikpräglade värld. Detta arbete kommer heller inte ha möjlighet att beröra de delar av digitala verktyg som inkluderar passiva verktyg, så som presentationsprogrammers effekter på elevers inläring. Således har en distinktion mellan passiva och interaktiva digitala verktyg använts. Dessa passiva verktyg är något som bland annat undersöks av Chou med flera (2015) i studien *Prezi versus PowerPoint: The effects of varied digital presentation tools on students' learning performance*, där presentationsprogrammen *Prezi* och *PowerPoint* jämförs. Denna studie tyder bland annat på att presentationsprogram kan hjälpa elever att befästa sina kunskaper i långtidsminnet, i en större utsträckning (Chou et al, (2015). Studier utförda av Nouri och Shahid (2005) visar dock på att presentationsprogram snarare främjar elevers korttidsminne, men att inga förbättringar kan uppvisas vid studier av elevernas långtidsminne. Nouri och Shahid (2005) menar också att presentationsmedel främjar elevernas attityd gentemot presentatören.

3.2 Digitala verktyg som begrepp

I och med ett ökat digitalt inflytande i det svenska skolväsendet har tillhörande begrepp som behandlar digitaliseringen och dess beståndsdelar även ökat. Vid granskning av tidigare forskning som behandlar ämnet digitala verktyg framgår det att flertalet termer existerar synonymt och därmed beskriver samma fenomen. I de engelskspråkiga artiklarna förekommer exempelvis *Information and communication technology (ICT)*, *visualisations*, *simulations* och *virtual laboratories*. I de svenska artiklarna förekommer minst lika många begrepp, däribland lärverktyg, Information- och kommunikationsteknik (IKT), digitala verktyg och IT. Därutöver förekommer flera olika definitioner av begreppet digitala verktyg.

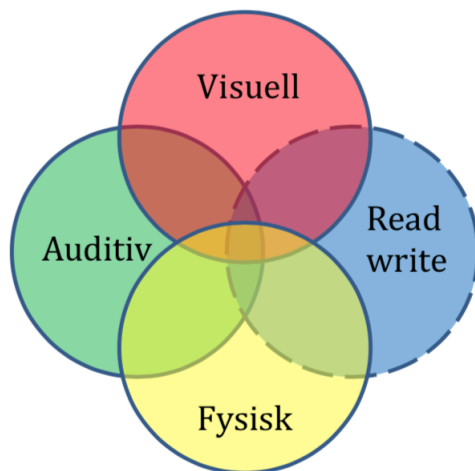
För att förtydliga kommer följande arbete att i så stor utsträckning som möjligt nyttja just begreppet digitala verktyg som en övergripande term för att representera samtliga av ovan nämnda synonymer. Vid referenser till studier som behandlar mer specifika digitala verktyg, kommer samma term som författarna i berörd studie använder att nyttjas.

3.3 Inlärningsmetoder

För att teoretisera kring digitala verktygs effekt på elevers lärande, behöver först olika inlärningsmetoder granskas närmre. Sökningar efter artiklar som behandlar olika undervisningsmetoders effekter på lärandet resulterar i ett stort antal av resultat på de mest förekommande databaserna, och kan därmed anses vara ett välstuderat område. I ”*Att se helheter i undervisningen – ett naturvetenskapligt perspektiv*” skriver Nilsson (2012) att den naturvetenskapliga undervisningen bör erbjuda olika arbetsmetoder, däribland demonstration, laboration och experiment för att förklara lösningar på problem. Nilsson (2012) skriver även att det naturvetenskapliga innehållet bör presenteras på flera olika sätt, såsom verbalt, konkret och praktiskt för att hjälpa elevernas inläring. Därutöver ingår det enligt gymnasieskolans läroplan att erbjuda en allsidig undervisning som anpassas till varje elevs förutsättningar och behov (Skolverket, 2011)

Att lärandet påverkas av våra kognitiva färdigheter har teoretiserats av bland annat Neil Flemming, genom den så kallade ”VARK-modellen” (Fleming och Baume, 2006). Flemming och Baume (2006) menar på att en viktig del för att stimulera lärande är att reflektera kring

vilket sätt man bäst lär sig på. Fleming och Baume (2006) redogör vidare för att en undervisning som är anpassad efter en elevs favoriserade sinnesmodalitet, ökar möjligheten för att eleven ska förstå och känna sig motiverad inför undervisningsinnehållet.



Figur 1. Illustration av N. Flemings sinnesmodaliteter (Boström et al., 2018).

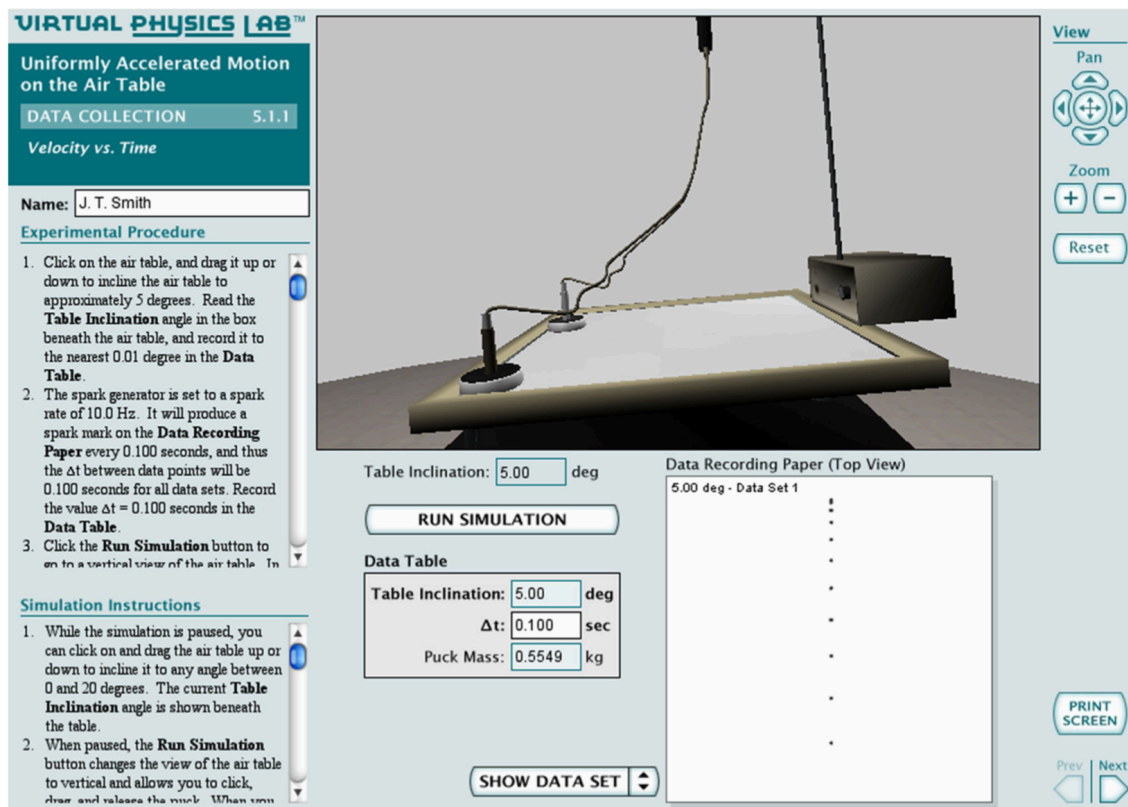
De olika sinnesmodaliteterna definierar vilket av våra sinnen som är dominerande vid inhämtning av specifik information. Dessa kan enligt ovan nämnd modell delas upp i visuell, auditiv, läs-/skrivförståelse samt kinestetiska (se figur 1). Den förstnämnda indikerar att lärande främst tar vid genom synintryck, medan auditiva tar vid genom hörselintryck och kinestetiska baseras på muskelsinnet, så som beröring eller olika sorters rörelser (Fleming och Baume, 2006). Boström med flera (2018) menar att när flera olika modaliteter aktiveras parallellt främjas lärandet, då eleven engageras i större utsträckning. Detta kan även beskrivas genom Pavios (1986) teori om ”*dual-coding-theory*” vilken beskriver hur bild och text kan bearbetas parallellt i arbetsminnet och därmed göra lärandet mer effektivt. Om digitala verktyg således ger möjlighet till att aktivera flera modaliteter parallellt kan det ge upphov till ett främjat lärande. Vissa studier tyder dock på att en sådan aktivering innebär en ökad kognitiv belastning, och att utgången av användandet beror på flera komponenter, däribland ålder och kön, som kan ha en anknytning till utvecklingen av den spatiala förmågan (Korakakis et al, 2012).

4 Tidigare forskning

4.1 Datorlaborationer

Ett möjligt användningsområde för digitala verktyg i de naturvetenskapliga ämnena är genom datorlaborationer. Skolverket beskriver dessa datorlaborationer som ett simulerat laboratorieexperiment som genomförs i en digital miljö snarare än med en fysisk laboratorieutrustning (Skolverket, 2018). Några av de fördelar som Skolverket (2018) lyfter med datorlaborationer är att de anses vara mer tidseffektiva och tillåter en större geografisk frihet för deltagarna. Å andra sidan är det svårare att inkludera oförutsägbara resultat som kan uppstå vid en fysisk laboration. Vidare anses en nackdel med dessa virtuella laborationer (VL) (se avsnitt 2) vara att eleverna inte ges möjlighet att hantera fysisk laboratorieutrustning. Skolverket anser att dessa aspekter kan bidra till att elevernas upptäckarlust och nyfikenhet för kemiområdet försvagas (Skolverket, 2018). Däremot påvisade en studie genomförd av Son (2016) att VL bidrar till en mer positiv attityd till naturvetenskapligt arbete. Samma studie visade också att eleverna var mer tidseffektiva, samt uppvisade bättre resultat på efterföljande tester i samband med VL. Son (2016) poängterar dock att virtuella laborationer bäst nyttjas som ett komplement till de traditionella laborationerna, snarare än som ett substitut. I enlighet med Boström med flera (2018) hävdar ovanstående författare att flera olika presentationstyper av ett fenomen, främjar elevernas lärande (Son, 2016). Skolverket (2018) poängterar att en viktig roll hos lärare blir att kombinera olika presentationstyper som på ett givande vis kompletterar varandra. Vidare menar Skolverket (2018) att läraren i fråga bör ha i åtanke att de virtuella laborationerna är en ofullständig beskrivning av ett verkligt fenomen, som behöver kompletteras med information för att undvika feltolkningar. Skolverket (2018) hävdar också att den svenska marknaden för digitala resurser är liten, vilket de anser främst bero på att dessa verktyg är kostsamma att producera och därmed främst finns tillgängliga på engelska.

I en amerikansk studie genomförd av Darrah med flera (2014) jämfördes fysiska laborationer och datorlaborationer. I studien deltog 224 studenter från två olika universitet, där deltagarna fördelas i tre grupper: en kontrollgrupp som endast genomförde traditionella fysiska laborationer, en grupp som nyttjade datorlaborationer som ett komplement till de traditionella laborationerna, samt en grupp som uteslutande använde sig av datorlaborationer. I studien används programvaran *Virtual physics Lab* bestående av flertalet laborationsmoment (se figur 2). Laborationsmomenten i sig består av bakgrund, teori, tillhörande syfte, simulerad utrustning, videosekvenser av laborationen, laborationsfrågor, samt ett prov. Totalt genomfördes 11 olika virtuella laborationsmoment från programvaran, där bland annat *Ideala gaslagen* och *Newtons andra lag* inkluderades. Det avslutande frågetestet i kombination med studenternas laborationsrapporter låg till grund för den analysdata som nyttjades i studien. Dessa resultat jämfördes därefter mellan de studenter som genomförde de virtuella laborationerna, med de studenter som genomförde laborationerna fysiskt. Jämförelserna visade ingen signifikant skillnad i resultat mellan de olika grupperna. Författarna belyser däremot ett antal fördelar med datorlaborationerna. Däribland att dessa laborationer inte kräver något specifikt utrymme eller utrustning, samt att datorlaborationerna är tillgängliga i större utsträckning och därmed även lättare att komplettera vid frånvaro från obligatoriskt tillfälle. Att komplettera ett ordinarie laborationstillfälle vid en fysiskt utförd laboration är någonting som uttrycks problematiskt hos naturvetenskapliga lärare, då tid och resurser blir begränsande.



Figur 2. Illustration av ett laborationsmoment i *Virtual physics labs* (Darrah et al. 2014).

Laborationerna ger även enligt Darrah med flera (2014) mindre överflödigt information och ger eleverna möjlighet att arbeta i sin egen takt, samt att fokusera på sektioner som de anser vara av extra relevans eller intresse. Å andra sidan hävdar ovanstående författare att dessa virtuella laborationer behöver bli mer vedertagna och att studenterna i viss mån föredrar att arbeta med fysisk utrustning (Darrah et al., 2014).

I en forskningsöversikt genomförd av Tatli och Ayas (2010) sammanfattades uppfattningar av VL som berörs i olika vetenskapliga skrifter. I studien uppmärksammar författarna vikten av det laborativa arbetet och lyfter fram att de laborativa delarna i undervisningen trots sin påstådda angelägenhet inte når sin fulla potential. Tatli och Ayas (2010) hävdar att detta bland annat kan bero på tidsbrist, säkerhetsaspekter och/eller bristande självförtroende hos ansvarig lärare. Vidare anser dessa författare att det finns behov av en alternativ aktivitet där elever kan vara interaktiva och bilda sina egna slutsatser kring kemiska fenomen. De menar på att virtuella laborationer är ett riskfritt sådant alternativ, där eleverna kan genomföra laborationer vid önskat tillfälle. Utöver den flexibilitet och säkerhetsaspekt som VL erbjuder, belyser även Tatli och Ayas (2010) att VL minimerar de felkällor och missvisande resultat som kan uppstå vid fysiska laborationer. En av de brister som framkommer av studien är att VL inte erbjuder lika fullständiga intryck som fysiska laborationer, i den bemärkelsen att lukt och känsel blir mer passiva. Vidare menar författarna att VL är fördelaktiga på så vis att de kan repeteras, är mindre kostsamma och kräver mindre utrustning (Tatli och Ayas, 2010).

4.2 Visualiseringar & simuleringar

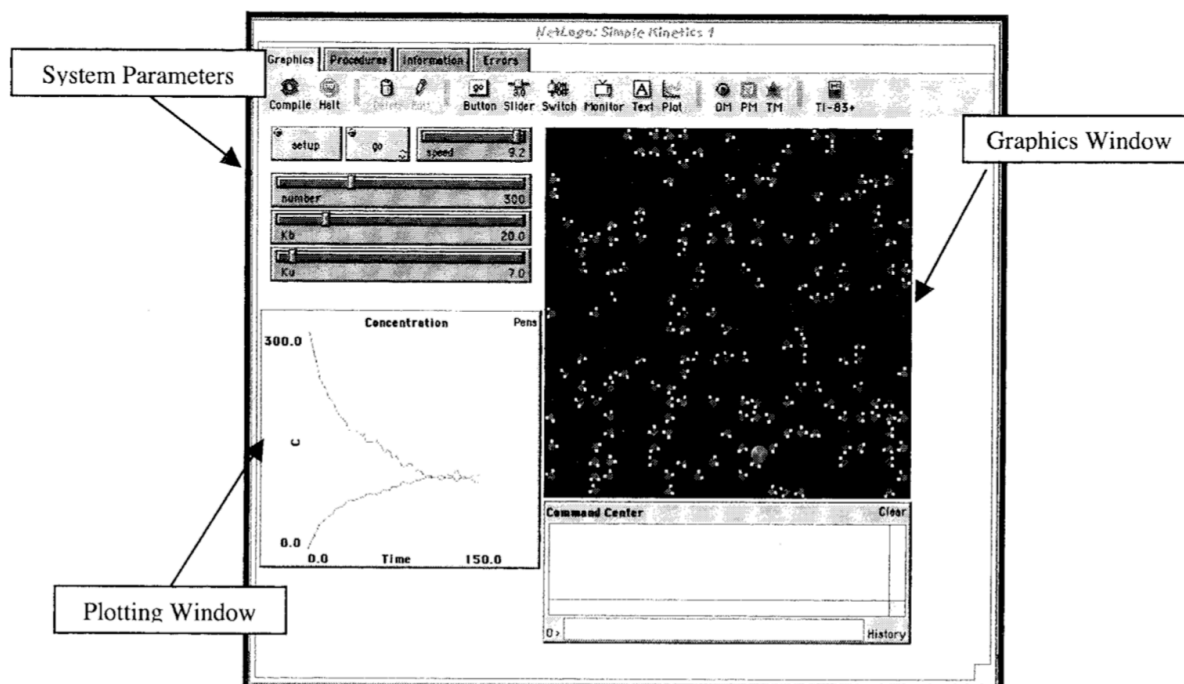
Ett annat användningsområde för digitala verktyg är nyttjandet av visualiseringar och simuleringar i undervisningen. Boström med flera (2018) definierar visualiseringar som ”tekniker och metoder som med data från simuleringar, mätningar och databaser genererar en klar mental bild av väsentliga data och möjliggör en snabb och precis tolkning.” Vidare skriver de i sin studie (*Digital visualisering i skolan*) att visualiseringar med fördel kan nyttjas för att:

skapa förståelse och göra det dolda uppenbart, åskådliggöra det tänkta och det uppmätta, förenkla och förtydliga. Visualisering blir därmed ett viktigt verktyg i kunskapsuppbyggnad, utbildning, lärande och beslutsfattande. (Boström m.fl. 2018).

Författarna poängterar även att utformandet av visualiseringar kräver kreativa kunskaper som tar hänsyn till hur exempelvis designval påverkar användarens upplevelse av visualiseringen. De menar vidare på att visualiseringar kan användas effektivt för att aktivera de analysverktyg som den mänskliga hjärnan besitter. Vidare poängterar Boström med flera (2018) att visualiseringar kan ha stor betydelse vid förklaringar av koncept som kräver flera dimensioner. Fenomen som tidigare har beskrivits statiskt i bild- och textform kan numera förklaras både dynamiskt och interaktivt med hjälp av visualiseringar och simuleringar. De lyfter även fram att visualiseringar och 3D-läromedel kan verka för en effektiv och individanpassad undervisning. De förtydligar emellertid att det:

dock förekommer stark kritik om att användningen av professionellt producerade digitala läromedel i undervisningen är tämligen låg (Ekelund, 2017) trots att digitalisering i skolan har pågått cirka 20 år och att den största delen av investeringarna har gått till hårdvaror och inte digitala läromedel. (Boström et m.fl. 2018).

Som Barak och Dori (2005) poängterar i sin studie *Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment*, kan kemilärares främsta syfte vara att hjälpa elever att förstå naturvetenskapliga idéer och kemiska fenomen, vilket de menar på kan göras genom att implementera visualiseringar i undervisningen. Barak och Dori (2005) skriver att nyttjandet av digitala verktyg i anslutning till kemiämnet kan öka elevers förståelse för kemiska koncept, teorier och molekylstrukturer. Även Stieff och Wilensky (2003) belyser vikten av digitala verktyg för elever förståelse för kemi. Mer specifikt menar ovanstående författare att en av de största utmaningarna i kemiundervisning är att förse eleverna med en utvecklad bild av kopplingen mellan olika dimensioner av kemins teorier. Det vill säga, symbolisk, submikroskopisk och makroskopiska dimensioner. Stieff och Wilensky (2003) menar att visualiseringar kan ha en viktig del i denna utmaning, i synnerhet vid kombination med problembaserat lärande (*inquiry-based learning*). Författarna anser att denna undervisningsmetod främjar ett kreativt tänkande och motverkar *rote memorization* (se avsnitt 3). Stieff och Wilensky (2003) hävdar att digitala verktyg av formen visualiseringar bidrar med både den betydelsefulla information som klassiska representationer av molekyler ger, och dessutom kompletterar med digitalt återgivna molekylära interaktioner. De hävdar således att denna kombination bidrar till en djupare förståelse för fenomen och därutöver kan bistå problemlösande. Författarna poängterar vikten av att eleverna själva kan modifiera en rad variabler och interaktivt se hur dessa variabler påverkar resultatet (Stieff och Wilensky, 2003).



Figur 3. Illustration av programmet NetLogo och tillhörande fönster (Stieff & Wilensky, 2003).

I ovanstående studie använder Stieff och Wilensky (2003) en programvara baserad på *NetLogo* vilket beskrivs som ett *Multiagent modelling language (MAML)* (se figur 3). Programmet består av ett samspelande fönster som illustrerar olika funktioner och resultat. Detta fönster består i sin tur av ett grafiskt fönster och ett verktygsfönster. Det förstnämnda visualiserar de simulerade interaktioner som sker, medan verktygsfönstret erbjuder en rad variabler som användaren av programmet har möjlighet att reglera. Detta kan mer specifikt innebära en möjlighet att ändra exempelvis temperatur och/eller koncentration i verktygsfönstret och således visas utfallet av dessa förändringarna av systemet i det grafiska fönstret.

I studien fick sex universitetsstudenter använda ovanstående program. Studiens mål var att undersöka huruvida studenternas förståelse för kemiska jämvikter påverkades. Detta gjordes med hjälp av intervjuer, där studenter både innan och efter användandet av programvaran fick besvara frågor relaterade till kemiska jämvikter. Studien bestod även av ett andra segment där studenterna fick beskriva observationer som de gjort i det simulerade systemet. Enligt Stieff och Wilensky (2003) kunde resultaten visa att studenterna i samband med användandet av ovanstående visualiseringar nyttjade mer konceptuella resonemang och fler logiska motiveringar för sina svar med relation till kemiska jämvikter. Vidare vittnade studien om att studenterna vid användning av programvaran i en större utsträckning konstruktivt ifrågasatte de fakta och teorier som de ställdes inför (Stieff och Wilensky, 2003).

4.3 Lärares användning av digitala verktyg

Flertalet studier vittnar om att digitaliseringens intåg i skolsystemen, har skapat nya utmaningar för lärare att hantera den tillhörande tekniken. I flera länder såsom i Kanada, Storbritannien och Kina så har både lärarutbildningar och fortbildningar behövt lägga större fokus på att behandla teknikens svårigheter. Studier tyder även på att många lärare anser att digitala verktyg är en viktig del i dagens utbildningssystem, men att deras egna kompetens inom området blir begränsande (Berner, 2003). Berner (2003) hävdar att det finns en relation

mellan lärares tidigare upplevelser samt kunskaper av digitala verktyg och i vilken utsträckning de använder sig av dessa verktyg. Den relation som Berner (2003) påvisar är att de som har positiva upplevelser av digitala verktyg, och en mer utvidgad kunskap om verktygen, har större benägenhet att använda sig av sådana hjälpmedel i sin egen undervisning.

Liknande slutsatser påvisas av Zhou med flera (2009) som i sin studie anger att 69,6% av de 210 respondenterna som deltog hade en positiv eller mycket positiv inställning till *Information and communications technology* (ICT). Majoriteten av respondenterna upplevde även flertalet fördelar med datoranvändning i undervisningen. Däribland att det bidrog till en ökad motivation hos eleverna. Vidare hävdar författarna att välutvecklade kunskaper om datoranvändning i undervisningen långsiktigt kan göra undervisningen mer tidseffektiv, även om det kortsiktigt innebär en viss tidsinvestering att lära sig hantera tekniken (Zhou et al, 2009). De respondenter som var mest positiva ansåg att datoranvändning generellt sätt underlättar undervisningen och fungerar väl tillsammans med läroplanen för kemi. Majoriteten av respondenterna ansåg dock att undervisningstiden inte räcker till för användning av ICT i en större utsträckning. Studien påvisar även att lärares kompetens kopplat till ICT generellt sätt kan anses vara bristfällig. Studien kunde dock inte styrka någon koppling mellan att de med lägst kunskaper kring ICT hade den mest negativa inställningen till ett sådant användande. Avslutningsvis uttryckte majoriteten av respondenterna en viss oro kring att datoranvändningen spred sig i för snabb takt och att sociala implikationer skulle kunna medfölja denna utveckling (Zhou et al, 2009).

I en annan studie rörande ämnet, utförd av Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) framkommer det bland annat att den nuvarande lärarutbildningen står inför dilemmat om dess studenter bör förberedas inför hur skolsystemet ser ut idag eller hur det kommer att se ut i framtiden. I studien poängteras att lärarutbildningen har ett ansvar att förse blivande lärare med den digitala kompetens som krävs för deras kommande yrkesroll. I studien deltog nyexaminerade lärare (yrkesverksamma upp till två år) som hade en examen från *almennlærerutdanningen* (allmänna lärarprogrammet). Totalt deltog 356 lärare i den enkätundersökning som studien baserades på och som bestod av tio frågor.

Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) granskar i denna studie hur väl nyexaminerade lärare ansåg att deras utbildning hade försett dem med digitala kunskaper. Författarna (Gudmundsdottir och Hatlevik, 2017) hävdar att användandet av interaktiva digitala verktyg varierar både mellan och inom skolorna i Norge. De menar dessutom på att användandet av dessa verktyg i de norska skolorna endast uppgår till en blygsam nivå, i jämförelse med skolor i andra länder. Detta trots att digitala kunskaper år 2006 definierades som en av de fundamentala kunskaperna i det norska utbildningsystemet. Detta innebär att digitala kunskaper tillsammans med exempelvis läs- och skrivförståelse, bör vara en vital del av samtliga ämnen, i samtliga åldersgrupper i den norska skolan (Gudmundsdottir och Hatlevik, 2017).

Likt Zhou med flera (2009) påvisar Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) att över hälften av studiens respondenter påstod sig ha bristfälliga kunskaper om digitala verktyg. Respondenterna hävdade även att deras lärarutbildning bidrog i låg utsträckning till dessa kunskaper. Därutöver påvisades att den norska lärarutbildningens generella fokus att bidra med ovanstående kunskaper var låg. Studien visade därutöver att 80% av respondenterna ansåg att digitala verktyg är användbart i deras undervisning, men där uppskattningsvis hälften av dessa poängterade att det fanns negativa konsekvenser med dessa verktyg också,

däribland att det kunde fungera som distraktionsmoment i deras undervisning. Vidare menar Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) att det finns en koppling mellan att de lärare som såg digitala verktyg som en distraktion, även var de lärare som hade svårast att implementera läroplanens delmål kring användandet av digitala verktyg i undervisningen. Avslutningsvis hävdar Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) att vidare forskning krävs för att förstå hur negativa aspekter av digitala verktyg kan undvikas och därmed hur lärare, samt lärarstudenter kan bistås för att få fram den fulla potentialen av användandet av digitala verktyg (Gudmundsdottir & Hatlevik, 2017).

5 Metod

5.1 Metoddiskussion

Resultatet i denna studie har utgått från en enkät som har besvarats av 17 gymnasiekemilärare. I arbetet har även tidigare forskning och en forskningsöversikt inom området, där relevanta termer på både svenska och engelska nyttjats. Främst har vetenskapliga studier från olika tidskrifter varit av intresse och därmed har i huvudsak söktjänsterna *Google Scholar* och Göteborgs universitetsbiblioteks nätresurser använts som sökplattformar. Arbetet har även kompletterats med innehåll publicerat av Skolverket och med pedagogisk litteratur. Eftersom mängden vetenskapliga skrifter som behandlar området är stor, har ett urval av artiklar gjorts med hänsyn till publikationsdatum, relevans, samt tillhörande artikels undersökningsmetod. I arbetet har ett objektiva synsätt till de digitala verktygens alternativa för- och nackdelar kopplat till utbildning eftersträvat. Därmed har även den tidigare forskning som använts bestått av både mer och mindre kritiska resultat kring ämnet digitala verktyg, varit av relevans.

Utformningen av ovan nämnd enkät har utformats med hjälp av Barmark och Djurfeldts (2015) principer för datainsamling med hjälp av enkäter samt i enlighet med Ahrne och Svensson (2015), Kvale och Brinkmanns (2017) teoretiseringar av kvalitativa och kvantitativa metoder.

5.2 Val av undersökningsmetod

Barmark och Djurfeldt (2015) poängterar att innan en systematisk studie genomförs bör en forskningsfråga formuleras. Att specificera vad som önskas besvaras på en fråga ligger till grund för vilken metod som bör nyttjas och vilket specifikt material som efterfrågas. I enlighet med dessa författare belyser Ahrne och Svensson (2015) att utformningen av en undersökning bör ske kopplat till en eller flera forskningsfrågor och därefter kan det bestämmas vilken undersökningsmetod som på bästa vis kan besvara den specifika frågan. Ahrne och Svensson (2015) menar att olika metoder resulterar i olika sorters data, och att det är upp till forskaren i fråga att avgöra vilken metod som är lämpligast för den specifika frågan. I likhet med Ahrne och Svensson (2015) skriver Kvale och Brinkmann (2017) att frågorna ”Hur? Vad? Och varför?” bör besvaras innan val av undersökningsmetod kan genomföras. På frågan om ”hur?” nyttjas i denna studie, likt ovan beskrivet en enkätundersökning och relevant tidigare forskning samt teorier. På frågan om ”vad?” kommer i rådande studie huvudsakligen två frågeställningar besvaras, enligt följande:

-i vilken utsträckning nyttjas digitala verktyg på gymnasial nivå idag?

-vilket behov finns för att implementera dessa verktyg i en större utsträckning?

Dessa frågor avser att besvaras med förhoppningen om att kunna kartlägga kemilärarnas användning av de digitala verktygen, samt att ge en bild av hur behovet av dessa verktyg ser ut.

Barmark och Djurfeldt (2015) definierar en kvalitativ frågeställning som något som präglas av att människors resonemang och enskilda argument är av värde för frågeställningen/-arna. Enligt Barmark och Djurfeldt (2015) innebär detta att mindre standardiserade och ostrukturerade samtalsintervjuer föredras, för att kunna härleda ett rikare material. Barmark och Djurfeldt (2015) menar även på att ett kvalitativt tillvägagångssätt kan vara fördelaktigt

då ett fenomenets komplexitet och nyanser är av störst värde, medan en kvantitativ metod ger jämförbara svar som går att räkna på. Dock efterfrågar dessa frågeställningar svar som bildar en uppfattning av en kvantitet, det vill säga i vilken utsträckning dessa digitala verktyg nyttjas, men där även respondenternas enskilda åsikter är av värde. Därmed kommer denna studie att grundas i en enkätundersökning, där resultaten analyseras med hjälp av tidigare forskning och där ett antal av frågorna i enkäten är av öppen karaktär. Vidare skriver Barmark och Djurfeldt (2015) att enkätens respondenter bör avgränsas till de som har bäst insikt i den aktuella frågeställningen. I detta fall blir därmed den avgränsade respondentgruppen i de lärare som är verksamma inom kemiämnet på gymnasial nivå.

Eftersom studien genomförs under en begränsad tidsram kommer kontakt med samtliga potentiella respondenter göras vid ett och samma tillfälle. Detta innebär även att ovanstående frågor endast kan besvaras efter hur situationen ser ut i skrivande stund, och någon jämförelse med tidigare resultat, kan endast göras med hjälp av tidigare forskning. Nästa viktiga del som Barmark och Djurfeldt (2015) nämner är definitionen av de begrepp som avses mätas. I det här fallet ”digitala verktyg”. Detta kan enligt författarna (Barmark och Djurfeldt, 2015) göras genom operationalisering, där frågorna som formuleras i den rådande enkäten ger en heltäckande bild av det aktuella begreppet. Barmark och Djurfeldt (2015) anser att det är viktigt att definitionen av begreppet inte hamnar hos respondenten, utan att begreppet bör brytas ner i konkreta frågor. Ytterligare en aspekt som är värd att ha i åtanke är att studiens tidsram inte ger möjlighet till att undersöka reliabiliteten i de frågor som finns i tillhörande enkät. Dessa är istället grundade i tidigare forskning inom området. I övrigt är enkätens frågor samt tillhörande svar formulerade på så vis att båda delar är lättbegripliga och där svarsalternativen i så stor mån som möjligt är heltäckande, där samtliga respondenter kan finna ett passande svar för sin åsikt eller uppfattning. Detta har styrkts genom en pilotstudie där testrespondenter har fått ta del av enkäten (Barmark och Djurfeldt, 2015).

Svarsalternativen är i huvudsak baserade på vad Kvale och Brinkmann (2017) definierar som en ordinalskala. Det vill säga, att svaren följer en gradering eller mer logisk skala, från exempelvis svarsalternativ som ”används i stor utsträckning”, till alternativ som ”används inte alls” (se bilaga 1). Det poängteras att reliabiliteten av enkäten styrks genom att respondenterna får genomföra aktuell enkät under så gynnsamma omständigheter som möjligt, exempelvis utan tidspress och där samtliga respondenter tillges samma information. Därför har respondenterna försetts med enkät och tillhörande information i ett så tidigt skede av studien som möjligt. Enkäten har genomförts på digital väg, då Barmark och Djurfeldt (2015) belyser vikten av att samtliga respondenter förmedlas samma information och på samma vis.

Enkäten består av frågor och påståenden med tillhörande svarsalternativ. Dessa är i enlighet med Barmark och Djurfeldt (2015), samt Kvale och Brinkmann (2017) formulerade med ett enkelt och korrekt språk som är anpassat efter rådande målgrupp. Språkvalet är i största möjliga mån kortfattat, utan facktermer och där negationer har undvikits, i syfte att stärka reliabiliteten ytterligare. I enlighet med ovanstående författare erbjuder enkäten i så stor utsträckning som möjligt ett jämt antal svarsalternativ. Detta för att få respondenterna att ta ställning till frågan/påståendet och undvika slentrianmässiga svar i en mellankategori.

Enkäten utformades i ett webbsurveyprogram (SurveyMonkey, 2019), då enkäter i webbformat enligt Barmark och Djurfeldt (2015) har flera fördelar. Datainsamlingen underlättas, respondenterna kan styras till att endast lämna ett svar per fråga och risken att enkäten lämnas in ofullständig kan minimeras. En webbaserad enkät kan å andra sidan ge ett

mindre seriöst intryck och bidra till ett större bortfall av respondenter enligt Barmark och Djurfeldt (2015). Enkäten sammanställdes slutligen till tio frågor, varav fem av dessa frågor var slutna, det vill säga att tillhörande svarsalternativ fanns till frågorna, och resterande frågor var öppna, där respondenterna kunde ange sina svar i textform (Se bilaga 1).

5.3 Val av respondenter

Insamling av kontaktinformation till respondenter skedde manuellt. Mer specifikt genomfördes en mängd svenska gymnasieskolors webbsidor och de gymnasieskolor som var uppdaterade med kontaktinformation till sin personal samt tillhörande ämnesbehörighet för läraren i fråga ansågs vara möjliga respondenter. Ahrne och Svensson (2015) skriver att en strategi vid val av respondenter är att välja olika miljöer och därmed skapa en variation för att undersöka om miljöerna ger upphov till olika resultat. Vad som därmed bör poängteras är att respondenterna som deltog i studien är verksamma i olika kommuner inom Sverige och att det slutligen resulterade i 48 intresseförfrågningar. 17 av dessa valde att svara på berörd enkät. Detta innebär att det externa bortfallet uppgick till omkring 65%. Enligt Barmark och Djurfeldt (2015) bör ett bortfall över 10% ge skäl för att genomföra en bortfallsanalys: En begränsning i arbetet som kan ha bidragit till det ovan nämnda bortfallet, är den tidsram som arbetet hade möjlighet att genomföras inom. Denna ram begränsade därmed även den tid respondenterna fick på sig att svara på enkäten. Detta kan i sin tur ha begränsat antalet respondenter. Eftersom enkäten genomfördes anonymt och att informationen om de enskilda potentiella respondenterna är knapphändig, är det svårt att resonera kring vad detta bortfall grundar sig i. Några möjliga orsaker kan vara att området som studien berörde inte väckte intresse eller att den kontaktinformation som gick att finna på skolornas webbsidor var felaktig. Visst bortfall kan även ha orsakats av att intresseförfrågningar för enkäten i huvudsak adresserades till jobbrelaterade mailadresser, i kombination med att enkätens tidsfönster sammanföll med semestertider för vissa arbetsregioner. Bortfallet försökte minimeras genom att de potentiella respondenterna försågs med ett antal påminnelsemail som automatiserades via den webbaserade enkätjänsten. Denna tjänst (SurveyMonkey, 2019) möjliggjorde att enkäten begränsades på så vis att en fråga var tvungen att besvaras innan respondenten kunde fortsätta med nästa fråga i ordningen. Således kunde det interna bortfallet i enkäten minimeras.

Urvalet av respondenter kan anses ha skett slumpmässigt i största möjliga utsträckning. Urvalsmetoden kan dock ha bidragit till att skolor med en mer väluppdaterad webbsida, och/eller lärare med en högre utsträckning av mailanvändande överrepresenteras. Huruvida det finns en sådan koppling är ingenting som har undersöks vidare och bör förhoppningsvis inte påverka studiens resultat i större utsträckning. Ytterligare en möjlig faktor är att de kemilärare som ansåg sig intresserade av enkätens huvudämne hade en större tendens att besvara enkäten i fråga, vilket också kan ha påverkat resultat på densamma. Dessa faktorer är dock endast spekulativa.

5.4 Val av ämnesområde.

För att slutligen besvara Kvale och Brinkmanns (2017) fråga om ”varför?”, så är förhoppningen att denna studie ska kunna ge en övergripande bild om hur Skolverkets (2018) revidering och digitalisering av läroplanen har anammats i praktiken. Framförallt inom kemiämnet på gymnasiet. I bästa fall kan studien kartlägga användandet samt behovet av digitala verktyg, och därmed vara till hjälp för att vid vidare forskning besvara hur och i vilken utsträckning digitala verktyg kan främja elevernas kunskaper ytterligare. Enkäten har isolerats till att behandla de interaktiva digitala verktygen, då dessa var av särskilt intresse.

Denna begränsnings ansågs nödvändig, då området digitala verktyg är alldeles för utbrett. Dessutom tyder det mesta på att passiva digitala verktyg, så som presentationstjänster (exempelvis *PowerPoint*) används i sådan utsträckning att en kvantifiering av dess användning blir irrelevant.

5.5 Etiska aspekter.

Val av respondenter samt utformning av berörd enkät har tagit hänsyn till etiska aspekter, i enlighet med Vetenskapsrådets (2002) principer. Respondenternas anonymitet har respekterats och samtliga av enkätens svar har varit av anonym karaktär. Respondenternas ålder eller kön har inte berörts över huvud taget. Den enda enskilda information som har efterfrågats om varje respondent är deras totala tid som verksam inom kemilärarityrket på gymnasial nivå. Denna information anses relevant, för att bekräfta en slumpmässig urvalsgrupp, då yrkeserfarenhet kan ha en viss påverkan kring området (Gudmundsdottir och Hatlevik, 2018). Respondenterna försågs även med information kring att deltagandet i enkäten var högst frivilligt och att informationen är anonym samt endast nyttjas till berörd studie. De informerades även om vilken tidsomfattning som enkäten uppskattningsvis motsvarade.

6 Resultat och preliminär analys

Följande resultat kommer att kategoriseras efter varje enskild enkätfråga. Dessa svar analyseras i anslutning till relevant litteratur. Likt ovan nämnt är samtliga svar anonyma och ingen koppling mellan de olika enskilda svaren på de olika enkätfrågorna kan härledas. Således bör benämningarna ”Respondent x” isoleras till varje enskild tabell, där ”x” motsvarar en siffra. Detta innebär att det inte går att härleda någon koppling mellan angivet svar av exempelvis ”Respondent 1” i en tabell och ”Respondent 1” i en annan tabell, då dessa kan motsvara två olika personer. Samtliga 17 respondenter har besvarat samtliga 10 frågor.

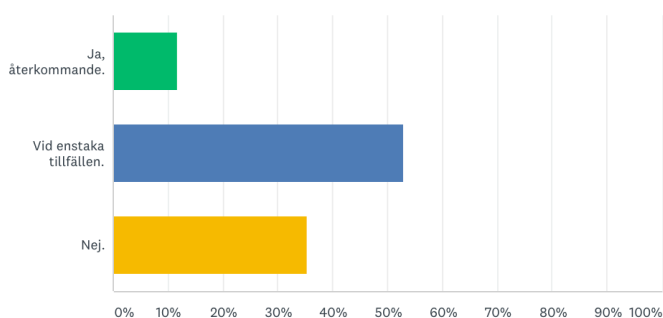
I enkätens inledande stycke definierades begreppet ”interaktiva digitala verktyg” enligt följande: *Följande enkät åsyftar att undersöka användandet av **interaktiva digitala verktyg** i kemiundervisningen. **Interaktiva digitala verktyg** åsyftar i detta fall ett samspel mellan en användare och en dator, applikation eller skärm.* (se bilaga 1).

6.1 Enkätfråga 1. ”Använder du och dina elever interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”

Till ovanstående fråga hörde tre svarsalternativ (se figur 4.) med syfte att undersöka i vilken utsträckning interaktiva digitala verktyg nyttjas av kemilärare på gymnasial nivå. Det första svarsalternativet definierades som ”ja, återkommande”, det andra svarsalternativet som ”vid enstaka tillfällen” och det tredje som ”nej”, det vill säga att respondenten i fråga inte använde sig av interaktiva digitala verktyg i sin undervisning. Enkätfrågan visar att två av respondenterna angav att de återkommande använde sig av interaktiva digitala verktyg, nio av lärarna att de nyttjade dessa verktyg vid enstaka tillfällen och resterande sex att de inte använde sig alls av interaktiva digitala verktyg. Sammanfattningsvis tyder dessa svar på att 65% av respondenterna använder interaktiva digitala verktyg i någon mån, och där majoriteten av lärarna gör det vid enstaka tillfällen.

Använder du och dina elever interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

Answered: 17 Skipped: 0



SVARSVAL	SVAR
▼ Ja, återkommande.	11,76% 2
▼ Vid enstaka tillfällen.	52,94% 9
▼ Nej.	35,29% 6
TOTALT	17

Figur 4. Diagram över svarsfördelning för enkätfråga 1.

Flertalet studier har under senare tid påvisat en rad fördelar med att använda digitala verktyg och datorsimuleringar i kemiundervisning. Huruvida lärare väljer att applicera dessa verktyg i

sin undervisning kan bero på flera faktorer. Däribland lärarnas egna kompetens till rörande datoranvändning (Gudmundsdottir och Hatlevik, 2018). Springer (2014) rapporterar att 12 av 71 kemidoktorander hade påträffat datorsimuleringar i sina organiska kemikurser under sin utbildning, vilket kan tyda på att användandet är begränsat även vid mer avancerade studier. Springer (2014) anser att det är svårt att svara på vad denna begränsade användning beror på, men att bristande ekonomiska resurser och bristande kunskaper kan vara en orsak.

6.2 Enkätfråga 2. ”Kopplat till vilka ämnesområden använder du interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”

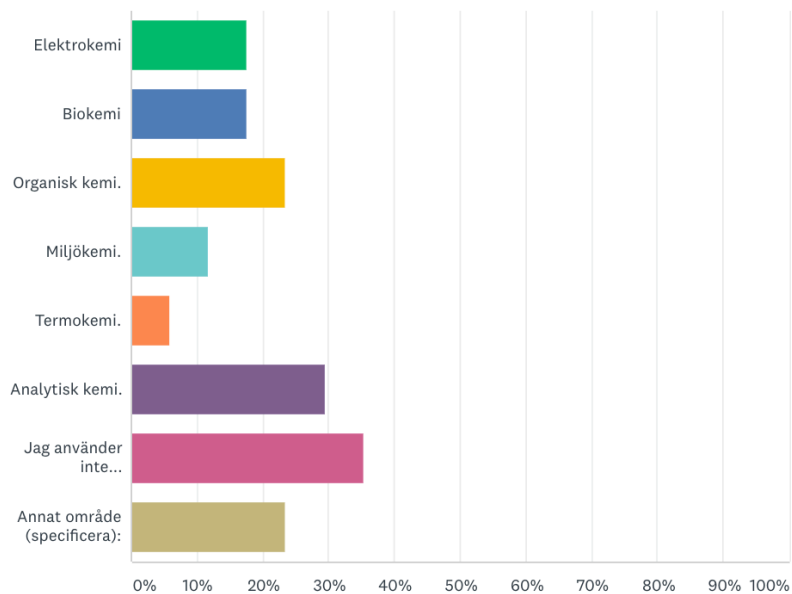
Enkätens andra fråga undersöker inom vilka ämnesområden som respondenterna nyttjar interaktiva digitala verktyg. Frågan bestod av åtta svarsalternativ. De första sex svarsalternativen täckte upp de vanligaste av kemins områden (se figur 5.). Det sjunde alternativet definierades som ”jag använder inte interaktiva digitala verktyg i min undervisning” för att möjliggöra ett svar från de respondenterna som svarade ”nej.” på ”enkätfråga 1” (se ovan). Det sista svarsalternativet var av öppen karaktär och definierades som ”Annat område (specificera:)”. Detta svarsalternativ syftade till att möjliggöra för enkätens respondenter att ange om de använder interaktiva digitala verktyg utöver de redan angivna områdena. Frågan var av flervalskaraktär och möjliggjorde därmed att respondenterna kunde ange om de använder sig av dessa verktyg inom flera olika områden. Fyra av enkätens respondenter angav alternativa öppna svar, tillhörande svarsalternativ åtta (se figur 6).

I övrigt visar diagrammen att samtliga ämnesområden är representerade hos responsgruppen. Analytisk kemi och organisk kemi är de områden som enligt undersökningen i störst utsträckning berörs av interaktiva digitala verktyg, följt av biokemi och elektrokemi. Termokemi är det område som enligt undersökning berörs minst av interaktiva digitala verktyg.

I en studie utförd av Akcay med flera (2006) användes programvaran HEHAsit, där studiens deltagande elever fick möjlighet att arbeta med syra- bas titreringar i en simulerad miljö. Studien syftade till att undersöka elevernas attityder till analytisk kemi, samt deras prestationer i anslutning till samma ämnesområde, vid användning av HEHAsit. Programvaran i sig tillhandhöll information genom text, bild, ljud, filmer, simuleringar och animationer. Studien visade att elevernas attityder kring analytisk kemi var övergripande oförändrade, vid jämförelser mellan en klassisk undervisning och en undervisning med hjälp av ovanstående programvara. Studien påvisade däremot förbättrade prestationer från eleverna på de tester som var relaterade till analytisk kemi. Akcay med flera (2006) menar på att detta kan förklaras med att digitala verktyg kan väcka elevernas intresse och uppmärksamhet i större utsträckning. Vidare hävdar Akcay med flera (2006) att digitala verktyg bidrar till en större sinnesaktivering av användaren och därmed befäster kunskaperna i större utsträckning.

Kopplat till vilket ämnesområde använder du interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

Answered: 17 Skipped: 0



SVARSVAL	SVAR
▼ Elektrokemi	17,65% 3
▼ Biokemi	17,65% 3
▼ Organisk kemi.	23,53% 4
▼ Miljökemi.	11,76% 2
▼ Termokemi.	5,88% 1
▼ Analytisk kemi.	29,41% 5
▼ Jag använder inte interaktiva digitala verktyg i min undervisning.	35,29% 6
▼ Annat område (specificera):	Svar 23,53% 4
Totalt antal svarande: 17	

Figur 5. Diagram illustrerande enkätfråga 2 och tillhörande svarsfördelning i procent.

Visar 4 svar

grundläggande kemi

2019-04-24 21:36

Stökiometri

2019-04-24 17:28

Om Labquestdatorer räknas är det även laborationer

2019-04-24 12:18

Jämvikt

2019-04-22 20:26

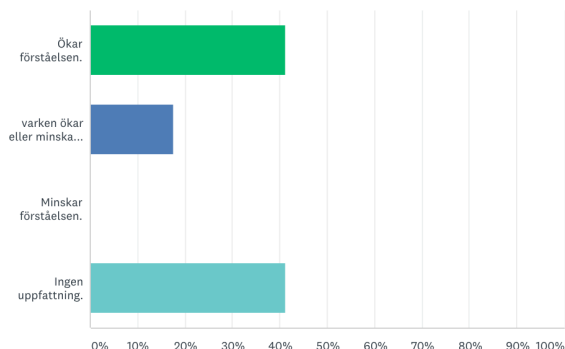
Figur 6. Öppna svar på enkätfråga 2.

6.3 Enkätfråga 3. ” Hur anser du att interaktiva digitala verktyg påverkar förståelsen för kemi i allmänhet hos elever?”

Enkätens tredje fråga fokuserar på att undersöka respondenternas åsikter kring hur digitala verktyg påverkar förståelsen för kemi hos elever. Även de kemilärare som angivit att de inte nyttjar digitala verktyg alls besvarade denna fråga. Frågan inkluderade fyra svarsalternativ (se figur 7) och resulterade i att sju av kemilärarna ansåg att digitala verktyg kan öka den allmänna förståelsen för kemi hos elever. Lika stor andel angav att de inte hade någon uppfattning kring huruvida digitala verktyg förändrar förståelsen hos elever. Tre kemilärare ansåg att digitala verktyg varken ökar eller minskar elevernas förståelse. Noterbart är även att ingen av enkätens respondenter ansåg att dessa verktyg minskar förståelsen hos eleverna.

Hur anser du att interaktiva digitala verktyg påverkar förståelsen för kemi i allmänhet hos elever?

Answered: 17 Skipped: 0



SVARSVAL	SVAR
Ökar förståelsen.	41,18% 7
varken ökar eller minskar förståelsen.	17,65% 3
Minskar förståelsen.	0,00% 0
Ingen uppfattning.	41,18% 7
TOTALT	17

Figur 7. Diagram föreställande svarsfördelning på enkätfråga 3.

Tidigare forskning indikerar att digitala verktyg av olika former, så som visualiseringar har en positiv inverkan för elevers kemiförståelser. Korakakis med flera (2012) hävdar att effekten av 3D-visualiseringar i naturvetenskaplig undervisning är beroende av elevernas ålder och framförallt utvecklingsstadiet av deras spatiala förmåga. Detta anses bero på den tunga kognitiva belastning som även Boström med flera (2018) vittnar om att visualiseringar kan ge upphov till. Att en sådan konsekvens är åldersbaserad påvisas bland annat i Korakakis med fleras studie från 2009, där en högre kognitiv belastning kunde urskiljas hos elever i åttonde klass jämfört med gymnasieelever (Korakakis et al, 2009). Korakakis med flera (2012) poängterar även att deras studie är samstämmig med tidigare forskning som tyder på att interaktiva 3D-visualiseringar kan användas med fördel vid förklaring av kemiska koncept som inkluderar exempelvis orbitaler (Korakakis et al, 2012.).

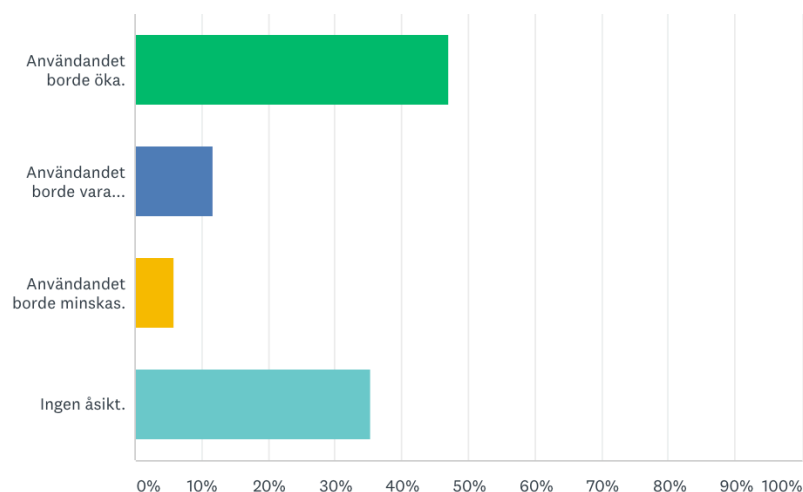
Studier visar även att 3D-visualiseringar kan vara ett fördelaktigt komplement till 2D-strukturer, när det appliceras på bland annat organisk kemi. Springer (2014) påvisar en markant förbättring resultatmässigt på tester relaterade till organisk kemi hos elever som använt sig av datorbaserade simulationer. Springer (2014) belyser samtidigt att det i refererad studie inte går att påvisa varför resultaten förbättrades, utan endast att så är fallet.

6.4 Enkätfråga 4. ”Hur anser du att användandet av interaktiva digitala verktyg i kemiundervisningen bör se ut i framtiden?”

Enkätens fjärde fråga hanterade huruvida de interaktivt digitala verktygens användande bör se ut i framtiden. Svarsalternativen inkluderade ett ökat användande, minskat användande, ett oförändrat användande samt ett alternativ för de respondenter som saknade en uppfattning om frågan. Svarfördelningen resulterade enligt nedan (se figur 8).

Hur anser du att användandet av interaktiva digitala verktyg i kemiundervisningen bör se ut i framtiden?

Answered: 17 Skipped: 0



SVARSVAL	SVAR
▼ Användandet borde öka.	47,06% 8
▼ Användandet borde vara oförändrat.	11,76% 2
▼ Användandet borde minska.	5,88% 1
▼ Ingen åsikt.	35,29% 6
TOTALT	17

Figur 8. Diagram illustrerande svarsfördelning för enkätfråga 4.

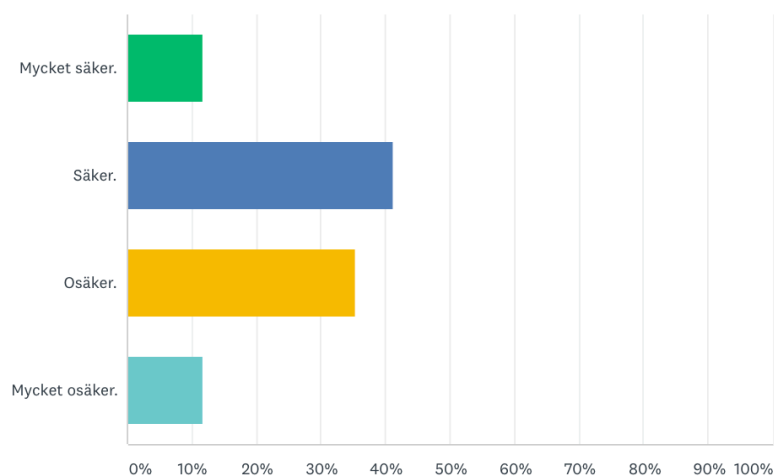
Noterbart är att majoriteten (47%) av kemilärarna anser att användandet bör öka. Huruvida en ökning kommer ske är svårt att förutsäga. Vad som dock påvisas i viss forskning är att en trend av ökad tillgång av digitala resurser i allmänhet, går att påvisa under perioden 2013 till 2016 (Hylén, 2017). Hylén skriver att antalet elever per dator eller surfplatta i den svenska gymnasieskolan under denna fyraårsperiod har minskat från i snitt 1.3 till 1.0 elever. Hylén (2017) skriver även att tre av fyra klassrum (år 2017) är utrustade med fast dataprojektor, vilket enligt Hylén (2017) kunde uppskattas till hälften under tidigare fyraårsperiod.

6.5 Enkätfråga 5. ”Hur trygg känner du dig i att använda interaktiva digitala verktyg i din undervisning?”

Enkäten visar att majoriteten av de deltagande kemilärarna (53%) upplever att de känner sig säkra på att använda interaktiva digitala verktyg i sin undervisning, varav två respondenter anger att de känner sig mycket säkra. Enkäten visar även att sex av respondenterna anser sig osäkra över att använda dessa verktyg (se figur 9).

Hur trygg känner du dig i att använda interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

Answered: 17 Skipped: 0



SVARSVAL	SVAR
Mycket säker.	11,76% 2
Säker.	41,18% 7
Osäker.	35,29% 6
Mycket osäker.	11,76% 2
TOTALT	17

Figur 9. Diagram illustrerande svarsfördelning på enkätfråga 5.

Dessa resultat är jämförbara med ovan nämnd studie av Gudmundsdottir och Hatlevik (2018) som anger att hälften av respondenterna i deras studie anser sig vara osäkra kring användandet av digitala verktyg. Vad som bör ha i åtanke är dock att Gudmundsdottir och Hatleviks (2018) studie undersökte användningen av digitala verktyg i allmänhet, medan ovanstående enkätfråga endast behandlar de interaktiva digitala verktygen.

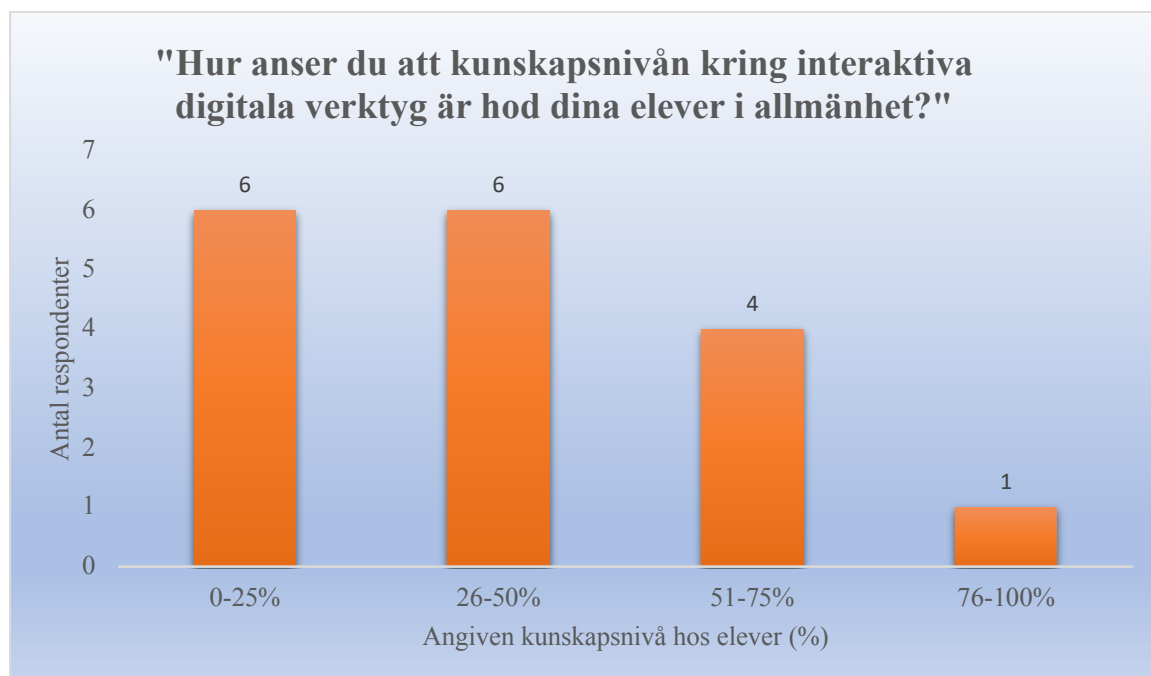
Studier visar att det finns en relation mellan lärares upplevda trygghet kring att använda digitala verktyg och deras upplevelse av hur de digitala verktygen inverkar på undervisningen. Mer specifikt redogör bland annat Cox med flera (1999) för att desto tryggare lärare känner sig i användande ju mer positiv bild har dessa av de digitala verktygen. Liknande slutsatser påvisar även Zhou med flera (2010).

6.6 Enkätfråga 6. ”Hur anser du att kunskapsnivån kring interaktiva digitala verktyg är hos dina elever i allmänhet?”

Enkätfråga 6 gav respondenterna möjlighet att gradera sitt svar från 0 till 100%. Där 0% indikerade ingen kunskap alls, och 100% avsåg att elevernas kunskap var fullständig. Frågan avsåg att undersöka hur kemilärarna i enkäten upplevde sina elevers kunskapsnivå gällande att använda interaktiva digitala verktyg. Interaktiva digitala verktyg används i viss mån inom yrken och utbildningar som kan komma att bli aktuella för dessa elever. Som nämns ovan (se avsnitt 4) uppger Skolverket (2019) att till skolans värdegrund och uppgifter ingår det att:

Genom dessa kunskaper och förhållningssätt kopplade till digital kompetens, entreprenörskap och innovationstänkande utvecklar eleverna förmågor som är viktiga i såväl arbets- och samhällslivet som vid vidare studier (Skolverket, 2019).

Därmed kan det anses relevant att undersöka hur välutvecklade elevernas kunskaper till interaktiva digitala verktyg i sig är.



Figur 10. Diagram illustrerande svarsfördelning på enkätfråga 6. Medeltal angavs till 38%

Svarsandelen varierade från att elevernas kunskap skulle vara obefintlig (0%) till att den skulle vara som högst 81% och där medeltalet för kunskapsnivån uppgick till 38% (se figur 10).

Tabell 1. Svarsfördelning för enkätfråga 6. "Hur anser du att kunskapsnivån kring interaktiva digitala verktyg är hos dina elever i allmänhet?"

Respondenter.	Svar (%)
Respondent 1.	13
Respondent 2.	3
Respondent 3.	33
Respondent 4.	61
Respondent 5.	66
Respondent 6.	50
Respondent 7.	47
Respondent 8.	20
Respondent 9.	40
Respondent 10.	81
Respondent 11.	0
Respondent 12.	50
Respondent 13.	25
Respondent 14.	51
Respondent 15.	3
Respondent 16.	59
Respondent 17.	50

Boström med flera (2018) anger att:

I regeringen digitaliseringsstrategi betonas att lärare ska ha kompetens att avgöra om och hur digitala lärverktyg ska användas för att stärka elevers lärande. Samtidigt stärks förutsättningarna för en nationellt likvärdig utbildning, undervisningens kvalitet förbättras och elevers aktiva deltagande i ett alltmer digitaliserat arbets- och samhällsliv stöds.

Boström med flera (2018) poängterar att det behöver tas i åtanke att elevers kompetens kring visualiseringar och dess tillhörande teknik kan vara av varierande grad, vilket även ovanstående enkätfråga (se tabell 1) vittnar om. Vidare påvisar vissa studier, däribland från Ben-Chaim, Lappan och Houang (1988) att skillnader i spatial förmåga mellan pojkar och flickor kan påvisas i tidig ålder, med fördel för pojkar. Dessa resultat är av relevans, då den spatiala förmågan, likt ovan nämnt (Korakakis et al, 2012) är av betydande grad vid processande av visualiseringar och andra digitala verktyg. En sådan skillnad skulle kunna medföra konsekvenser för en likvärdig utbildning mellan könen. Ben-Chaim, Lappan, och Houang (1988) poängterar dock att den spatiala förmågan är föränderlig och således går att träna.

6.7 Enkätfråga 7. ”Erbjuder din skola någon form av programvara eller annat interaktivt digitalt verktyg som du kan nyttja i din undervisning? (om ja, vilket/vilka?).”

Enkätens sjunde fråga avsåg att ge svar av öppen karaktär. Majoriteten av respondenterna (59%) angav att deras arbetsplats inte erbjöd någon form av programvara eller annat interaktivt digitalt verktyg (se tabell 2.). De programvaror och digitala verktyg som nämndes i enkäten var *Exam.net*, *Kunskapsmatrisen*, *itslearning.*, *Labquest* samt *Virtual Marine Scientist*.

Exam.net är en webbaserad tjänst som kan användas av lärare för att göra digitala prov. På deras egna hemsida anges det att de riktar sig till alltifrån grundskola till vuxenutbildningar. Tjänstens interaktiva möjligheter verkar vara begränsade, då fokus främst är på att utforma digitala prov och tillhörande insamling av elevsvar (exam.net, 2019).

Vidare uppgav en av respondenterna att de använder sig av *Kunskapsmatrisen*. Denna tjänst uppges rikta sig till grund- och gymnasieskoleelever och definieras som ett digitalt hjälpmedel. Tjänsten är utformad av lärare och syftar till att användas för att skapa prov, genomföra prov, bedömningsstöd och för insamling av resultat. Även *Kunskapsmatrisens* interaktiva möjligheter är begränsade. Tjänsten används i första hand i anknytning till de naturvetenskapliga ämnena och ämnet svenska (*Kunskapsmatrisen*, 2019).

Tabell 2. Återgivna svar för enkätfråga 7. ”Erbjuder din skola någon form av programvara eller annat interaktivt digitalt verktyg som du kan nyttja i din undervisning? (om ja, vilket/vilka?).”

Respondent.	Svar.
Respondent 1.	Nej.
Respondent 2.	Examnet.
Respondent 3.	Kunskapsmatrisen.
Respondent 4.	Nej.
Respondent 5.	Nej.
Respondent 6.	Vet ej.
Respondent 7.	vi använder labquest och Virtual Marine Science till studier om havsförsurning.
Respondent 8.	Nej.
Respondent 9.	Nej.
Respondent 10.	Exam.net itslearning.
Respondent 11.	Nej.
Respondent 12.	Nej.
Respondent 13.	-
Respondent 14.	Nej.
Respondent 15.	interaktiva programvaror specifikt för kemiundervisning är i synnerhet freeware online. De digitala läromedel som används i undervisningen är ej interaktiva (ännu - Liber).
Respondent 16.	Nej.
Respondent 17.	Nej.

En av respondenterna anger att hen använder *labquest*. Denna programvara definieras som ett mobilt datainsamlingsverktyg (se figur 11). Verktöget och tillhörande sensorer möjliggör analys av exempelvis frekvenser och temperaturer som via dess applikationer sammanställs i realtid till grafer och tabeller. Programvaran och tillhörande plattform erbjuder möjlighet att ansluta mätverktyg och andra laborativa tillbehör (Vernier, 2019).

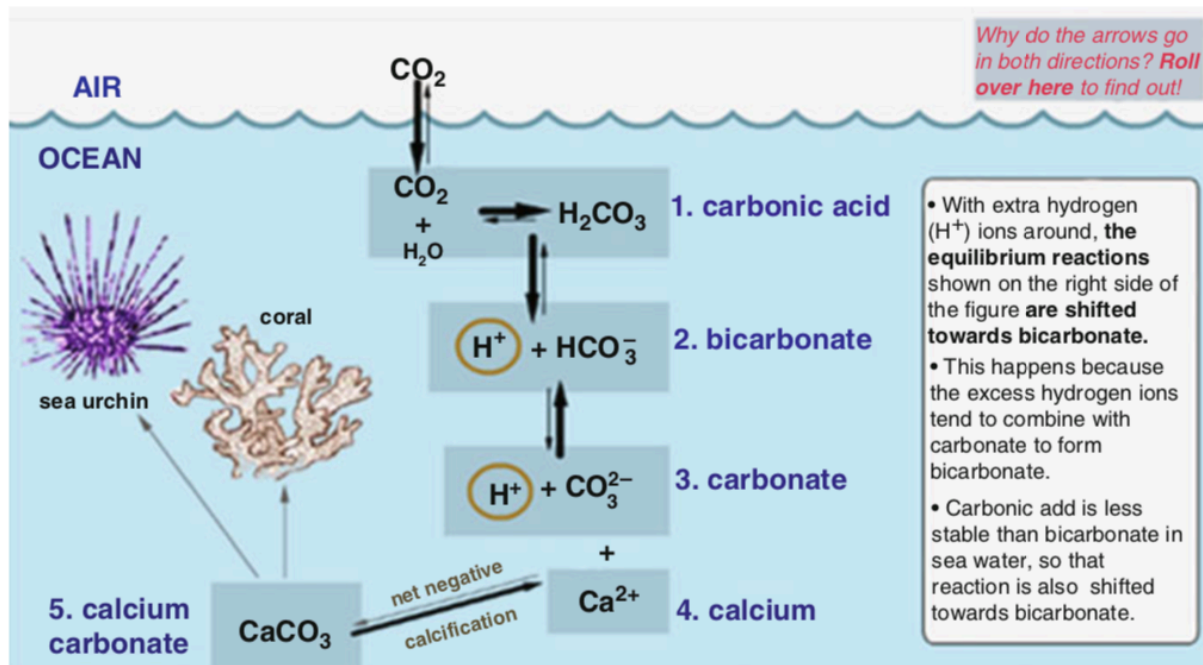


Figur 11. Illustration av "Labquest 2"-utrustning. Framtagen av Vernier (www.vernier.com)

En respondent anger att hen använder sig av tjänsten *Virtual Marine Scientist* som är framtagen av Göteborgs Universitet. Detta är en virtuell tjänst som syftar till att genom

virtuella miljöer låta gymnasieelever bekanta sig med de vetenskapliga arbetsmiljöer som forskare ställs inför. Tjänsten erbjuder laborativa moment med samarbetsmöjligheter och problemlösning. Laborationerna behandlar områden såsom klimatpåverkan på olika marina arter och försurningens konsekvenser (Fauville, 2013).

Virtual Marine Scientist används även i en studie som syftar till att undersöka hur virtuella laborationer kan integreras i undervisningen och hur elevresultat påverkas av dessa arbetsmetoder (Fauville, 2013). I studien uppges det digitala verktyget att fungera som ett hjälpmedel för att förbättra studenters kunskaper om havsförsurningar där eleverna får agera som virtuella forskare och undersöka försurningens konsekvenser i marina miljöer. Pilotstudien genomfördes i anknytning till ett projekt vid namn *Inquiry-to-Insight Project* (I2I), på en högskola i Sverige och ett universitet i Kalifornien. Studien resulterade i att studenternas förståelse för havsförsurningar ökade med hjälp av det digitala verktyget. Dessa resultat baserades på ett test med frågor om havsförsurning, samt en självvärderingsenkät som eleverna fick genomföra (Fauville et al, 2011).



Figur 11. Interaktiv demonstration av förkalkningsscenarion med hjälp av Virtual marine scientist (G. Fauville et al. 2011)

I2I är ett internationellt samarbetsprojekt som erbjuder olika digitala verktyg. Ett av de verktyg i denna virtuella tjänst är ett interaktivt spel där användaren kan jämföra pH-värden i olika vätskor. Tjänsten innehåller även interaktiva modeller som demonstrerar exempelvis hur förkalkning kan yttra sig utefter olika framtidsscenarion (se figur 12) (Fauville et al., 2011).

En av enkätens respondenter uppger att den använder sig av lärplattformen *itslearning*. Plattformen består av funktionerna ”kvalitetssäkring och uppföljning”, ”rapportera och analysera”, ”individanpassat lärande”, ”kommunikation och samarbete” samt ”Integrera med...Allt!”. Den första kategorin hanterar gemensam hantering och delning av kurser, bedömningar och resurser. Funktionen ”rapportera och analysera” ger möjlighet att rapportera och följa elevers utveckling. ”Individanpassat lärande” erbjuder kommunikationsverktyg, individuella planeringar och ljud- samt videoinspelningsfunktioner för eleven. Tjänstens två sista kategorier ger möjlighet för användaren att kommunicera med lärare och klasskamrater

genom tjänsten och att innehållet går att spara ner via webbaserade molntjänster (Itslearning, 2019).

6.8 Enkätfråga 8. ”Har du några övriga kommentarer kring användandet av interaktiva digitala verktyg i undervisningen? Använd kommentarsfältet nedan.”

Enkätens åttonde fråga är en öppen fråga som syftar till att inkludera eventuella åsikter som inte fått möjlighet att uttryckas i de övriga frågorna, från de deltagande kemilärarna. Till denna fråga fanns ett tillhörande kommentarsfält, där respondenterna inom ramen för 150 tecken fick möjlighet att uttrycka övriga kommentarer tillhörande enkätens ämnesområde.

Tabell 3. Återgivna svar för enkätfråga 8. ”Har du några övriga kommentarer kring användandet av interaktiva digitala verktyg i undervisningen? Använd kommentarsfältet nedan.”

Respondenter.	Svar.
Respondent 1.	önskan finns att kunna göra det men hinns inte med.
Respondent 2.	Jag tycker det borde finnas fler interaktiva digitala verktyg inom biologi, kemi och naturkunskap.
Respondent 3.	då man inte använt det så länge är det svårt att veta hur väl det faller ut.
Respondent 4.	Nej
Respondent 5.	Nej
Respondent 6.	Jag skulle vilja veta mer om vad som finns har använt molecular work bench och simulationsverktyg för NMR.
Respondent 7.	Framtidens område
Respondent 8.	Jag skulle gärna ha tillgång till olika experiment med lärarhandledningen. Idag krävs det mycket tid att utveckla användningsmöjligheter.
Respondent 9.	.
Respondent 10.	nej
Respondent 11.	Nej.
Respondent 12.	Det finns mycket på nätet.
Respondent 13.	.
Respondent 14.	nej
Respondent 15.	har inte använt speciellt mycket
Respondent 16.	nej
Respondent 17.	Jag tror att interaktiva verktyg bör användas med måtta. Analogt är oftast bäst.

Tabellen illustrerar de olika svaren som angavs (se tabell 3). Åtta av respondenterna uppgav att de saknade övriga kommentarer som de ville uttrycka. En av respondenterna uttryckte en önskan om att använda sig av interaktiva digitala verktyg men att tiden var en begränsande faktor. Detta är en av flera faktorer som även Cox med flera (1999) anger som en bidragande orsak till att användandet av ICT försvåras (se figur 13.). Cox med flera (1999) påvisar även att tillgången till resurser är en ogynnsam faktor, vilket även uttrycks i denna studies enkät (se

respondent 2). I enkäten uttrycks även att tidigare användande av interaktiva digitala verktyg är begränsande (se respondenter 3 & 15). Detta limiterade användande skulle kunna tolkas som att den bristande erfarenheten och kunskapen inverkar på användandet. Slutligen uttrycker även en av respondenterna att ”interaktiva verktyg bör användas med måtta. Analogt är oftast bäst” (respondent 17.). Dessvärre motiveras inte svaret, och respondentens grund till kommentaren kan endast spekuleras i.

Positive factors	Negative factors
regular use and experience of ICT outside the classroom	difficulties in using software/hardware
ownership of a computer	need more technical support
confidence in using ICT	not enough time to use ICT
easy to control the class	is too expensive to use regularly
easy to think of new lesson ideas	insufficient access to the resources
can get help and advice from colleagues	restricts the content of the lessons

Figur 12. Positiva och negativa faktorer för användarvänligheten av ICT. (Cox et al, 1999).

6.9 Enkätfråga 9. ”Vad anser du om att ersätta tid från ordinarie laborationer till interaktiva datorlaborationer? Motivera gärna ditt svar”

Enkätens nionde fråga specificerar sig kring de digitala verktyg som definieras som datorlaborationer. Vissa studier tyder på att de datorbaserade laborationerna skulle vara fördelaktiga i jämförelse med fysiska laborationer, då de förstnämnda är möjliga att repetera, de undviker oväntade resultat och fokus hamnar i större utsträckning på teorin och det faktiska lärandet, och mindre fokus på praktiskt utförande och hantering av utrustning (Springer, 2014). Andra studier tyder på att datorlaborationer bör användas mer varsamt och i bästa möjliga mån kan fungera som ett komplement till de fysiska laborationerna, men inte ersätta dessa helt och hållet (Darrah et al, 2014; Son, 2016). Andra fördelar som lyfts fram med datorbaserade laborationer är ekonomiska aspekter och att inga specifika faciliteter eller specifik laborativ utrustning krävs (Akçay et al, 2006). Samtidigt tyder studier på att den ekonomiska faktorn snarare är något som begränsar användandet av datorlaborationer, då licenser och utbildning för att använda sådana resurser kan vara kostsamma (Cox et al, 1999; Skolverket, 2018).

I enkäten fick kemilärarna möjlighet att svara öppet, inom ramen för 150 tecken på frågan med hjälp av ett kommentarsfält (se tabell 4.). Respondenternas åsikter är av varierande karaktär, där ett antal väljer att lyfta fram vikten av det praktiska laborerandet (se respondenter 1, 4 och 12). De praktiska laborationernas relevans är någonting som bland annat Eilks med flera (2013) framhäver. Vidare poängterar dessa författare att de praktiska laborativa momenten kan öka elevernas positiva attityder till ämnet kemi. Detta anses bland annat bero på att eleverna själva får styra över en del av utförande och det utfall som medföljer. Denna effekt kan dock äventyras om uppgiften anses var för svår (Eilks et al., 2013). Vidare påpekar Eilks med flera (2013) att laborationerna är viktiga för att utveckla elevernas förmåga att använda utrustning. Dessutom poängteras att det fysiska laborerandet

ger eleverna möjligheter att utveckla sina ”*Acquisitive skills*”, det vill säga förmågan att ta åt sig information genom att lyssna, observera och analysera data (Eilks et al, 2013; Tatli och Ayas, 2010).

Tabell 4. Återgivna svar från enkätfråga 9. ”Vad anser du om att ersätta tid från ordinarie laborationer till interaktiva datorlaborationer? Motivera gärna ditt svar”

Respondenter.	Svar.
Respondent 1.	Tycker att eleverna SKA praktiskt genomföra sina laborationer, det är handarbetet som är viktigt. Emot datorlaborationer.
Respondent 2.	Bra för variationen och det är användbart då de flesta ungdomar använder digitala verktyg i sin vardag.
Respondent 3.	Då måste det vara extremt bra kvalité
Respondent 4.	kanske någon men laborerandet är ett hantverk som ger mer förståelse än man tror. Speciellt om man är omsorgsfull när man väljer ut vilka laborationer som ska genomföras
Respondent 5.	Vej ej
Respondent 6.	Jag tycker båda behöver finnas.
Respondent 7.	Har gjort det i liten omfattning och det kan man göra kanske en av 10 laborationer.
Respondent 8.	Viktig del
Respondent 9.	Det ska ingår som ett eller flera labbtillfällen. Digitalisering öker i alla områden.
Respondent 10.	Någon gång, passar bra i kemi 2
Respondent 11.	nej
Respondent 12.	Skulle inte använda laborationstid eftersom den är i halvklass utan man kan göra det i helklass. Tycker att det praktiska laborerandet är oerhört viktigt men kan kompletteras med interaktiva laborationer.
Respondent 13.	Nej. Simuleringar kan göras i helklass på lektionstid
Respondent 14.	Bättre att labba på riktigt om det är möjligt.
Respondent 15.	Simuleringar av t.ex. proteinstrukturer, epidemiologi m.m är lämpliga interaktiva kompletteringar till prktiska laborativa moment. Jag anser ej att det ena bör utesluta det andra
Respondent 16.	delvis möjligt
Respondent 17.	nej tack.

I enkäten uttrycks även att datorlaborationer och/eller simulering bör vara ett inslag i undervisningen som fungerar som komplement till de traditionella laborationerna (se respondenter 2, 6, 7 9, 12 & 15). Denna åsikt uttrycks av majoriteten av respondenterna och återspeglar även vad Darrah med flera (2014) och Springer (2014) förespråkar i sina studier. Darrah med flera (2014) påvisar även i sin studie att datorlaborationer ger upphov till likvärdiga teoretiska resultat som de traditionella laborationerna.

Vidare uttrycks i enkäten ett motstånd mot att applicera datorlaborationer i undervisningen (se respondenter 1 & 17). Det argument som uttrycks för detta är att det praktiska utförandet och handarbetet är av stor vikt. Detta understryks även av bland annat Eilks med flera (2013) som poängterar vikten av att lära sig hantera laborativ utrustning. Samtidigt kan denna hantering av utrustning förflytta fokus från de teoretiska kunskaper som eleverna ska ta till sig, och innebär därutöver en stor ekonomisk påfrestning för skolorna (Darrah et al, 2014). Denna aspekt återfinns även i Skolverkets (2011) läroplan för kemiämnet på gymnasial nivå. Där anges att eleverna ska utveckla kunskaper om kemins arbetsmetoder och att eleverna genom undervisningen ska ges möjlighet att arbeta experimentellt (Skolverket, 2011). Huruvida datorlaborationer och virtuellt arbete kan påstås vara experimentellt, blir därmed en definitionsfråga.

7 Sammanfattning

Sammanfattningsvis presenterar majoriteten av enkätens respondenter en positiv syn till interaktiva digitala verktyg. Majoriteten av dessa kemilärare anger att de använder sig av interaktiva digitala verktyg åtminstone vid enstaka tillfällen i sin undervisning. Lärarna uppger dessutom att de anser att de interaktiva digitala verktygen ökar elevernas förståelse för kemi i allmänhet. Detta är samstämmigt med den tidigare forskning som har presenterats i denna studie. Vad som även är värt att notera från denna tidigare forskning är att användandet av digitala verktyg kan innebära en påtaglig kognitiv belastning, som framförallt ställer krav på den spatials förmågan. Detta innebär i sin tur att utgången av användandet av de digitala verktygen kan vara beroende av faktorer som ålder och kön (Korakakis et al, 2012; Boström et al, 2018).

Enkäten visar också att majoriteten av de kemilärare som deltog anser att användandet av de digitala verktygen bör öka. Denna åsikt i kombination med att användandet av digitala verktyg främst sker under enstaka tillfällen i undervisningen kan anses motsägelsefull. Detta skulle kunna härledas till de åsikter om att både tid och/eller kunskap kring digitala verktyg saknas hos naturvetenskapliga lärare, vilket presenteras både i studiens tillhörande enkät och i tidigare forskning (Tatli & Ayas, 2010; Gudmundsdottir och Hatlevik, 2017).

I studiens inledning redogörs för den reviderade läroplan som Skolverket (2018) tagit fram med fokus på elevers kunskaper kring digitala verktyg i allmänhet. I denna läroplan och i ”Skolans värdegrund och uppgifter” (Skolverket, 2019) betonas att eleverna bör förberedas inför ett digitaliserat samhälle och arbetsliv. Därav inkluderade ovanstående enkät (se avsnitt 6) en fråga där kemilärarna fick presentera sin upplevda kompetens kring interaktiva digitala verktyg, hos sina elever. Resultaten på berörd fråga visar att medeltal för elevernas kunskaper uppgår till 38%, vilket kan anses knapphändigt.

Enkäten visar även att de interaktiva digitala verktygen används under flera olika områden inom kemiämnet och flera olika programvaror och/eller interaktiva digitala verktyg nyttjas. Ett av dessa som framkommer i enkäten är *Virtual Marine Scientist* som enligt den internationella samarbetsstudien *inquiry-to-insight study* (I2I) påvisar positiva studieresultat för de medverkande eleverna.

8 Diskussion

I Skolverkets kommentarmaterial som nämns i arbetets inledning (se avsnitt 3) beskrivs hur digitala verktyg kan appliceras till de olika gymnasieämnena i enlighet med tillhörande kursplan. Vad som är anmärkningsvärt är hur detta kommentarmaterial aldrig berör kemiämnet på gymnasial nivå, medan samtliga av de övriga naturvetenskapliga ämnena berörs. Med andra ord exemplifierar aldrig Skolverket (2017) hur digitala verktyg kan nyttjas just i kemi på gymnasial nivå, vilket kan försvåra användandet av dessa verktyg i detta specifika ämne. Läroplanen för kemi på gymnasial nivå nämner dock konkret att:

Undervisningen ska eleverna ges tillfällen att argumentera kring och presentera analyser och slutsatser. De ska även ges möjlighet att använda datorstödd utrustning för insamling, simulering, beräkning, bearbetning och presentation av data. (Skolverket, 2011)

För att användandet av digitala verktyg i allmänhet och interaktiva sådana i synnerhet ska kunna nyttjas inom kemiämnet på ett givande vis, krävs det till att börja med att ansvarig lärare har tillräcklig kunskap om dessa verktyg. Gudmundsdottir och Hatleviks (2017) studie, där nyexaminerade lärares kunskaper kring digitala verktyg undersöks, påvisar att lärarutbildningen inte förser dessa lärarstudenter med tillräckliga kunskaper som de i sin tur kan förmedla vidare till sina elever. Den enkät som redovisas i detta arbete bekräftar i viss mån de ovanstående slutsatser som Gudmundsdottir och Hatlevik (2017) presenterar, i den utsträckning att åtta av 17 respondenter känner sig antingen osäkra eller mycket osäkra kring användandet av interaktiva digitala verktyg. Dock tas här ingen hänsyn till huruvida lärarna är nyexaminerade eller ej. Dessa resultat är av relevans då den egna upplevda kompetensen många gånger är vital för förmågan att förmedla den berörda kunskapen vidare (Gudmundsdottir och Hatlevik 2017; Akcay et al, 2006). Enkäten tyder på att respondenternas kännedom kring vilka interaktiva verktyg som finns att tillgå kan vara låg. En snabb sökning visar på att tillgången till dessa verktyg är stor, och att majoriteten dessutom är gratisversioner (se bilaga 2). Många av dessa är dessutom framtagna av olika universitet och högskolor, vilket bör tala för att kvaliteten på verktygen är god.

Studien visar även att majoriteten av de lärare som deltog i enkäten angav att deras tillhörande skola inte försåg dem med någon form av programvara eller digitalt verktyg och de programvaror eller verktyg som angavs var av mer passiv karaktär. Detta kan anses uppseendeväckande när forskning tyder på att digitala verktyg i allmänhet och interaktiva sådana i synnerhet främjar inlärningen. En orsak skulle kunna vara den ekonomiska aspekten som Skolverket (2018) hänvisar till, alternativt bristande kunskaper. Fullan (1991) hävdar att det mest effektiva sättet att implementera nya innovationer i undervisningen är om hela skolan är engagerad, exempelvis att samtliga lärare engageras i att applicera digitala verktyg i undervisningen. Fullan (1991) anser att om ett sådant beslut är av individuell karaktär, så riskerar denna lärare att ifrågasättas i större utsträckning.

Skolverket (2018) poängterar att en viktig roll hos den enskilda läraren är att kombinera olika undervisningsmetoder, vilket även kan anses inkludera dessa interaktiva digitala verktyg. Som Stieff och Wilensky (2003) belyser kan det vara av stor vikt att de digitala verktyg som eventuellt används är av hög kvalitet. De menar på att bristfälliga visualiseringar kan leda till att verktygen tappar trovärdighet och om användarmöjligheterna är för begränsade blir dessa program inte värda att investera varken ekonomiskt eller tidsmässigt i (Stieff och Wilensky, 2003). Sammanfattningsvis kan detta innebära att ansvaret på den enskilda läraren blir större än de resurser som finns att tillgå.

Samtidigt tyder mycket på att den digitala kompetensen hos eleverna blir allt viktigare, då användandet av digitala verktyg och teknik i allmänhet ökar både i samhället i stort och inom yrkesvärlden.

8.1 Studiens brister

Hade denna studie utförts med bredare resurser hade framförallt ett större antal respondenter önskats, då detta anses vara en av denna studiens största brister. Detta knapphändiga antal respondenter innebär en risk att resultaten inte återspeglar en korrekt återgivning av kemilärares åsikter och synpunkter över hela landet. Efter granskning av de respondentsvar som enkäten resulterat i kan även en tydligare begreppsdefiniering av exempelvis ”interaktiva digitala verktyg” ha varit nödvändig, alternativt en omformulering av vissa frågor. En indikation för detta är att vissa respondenter uttryckte en osäkerhet kring vad definitionen ”interaktiv” inkluderade. Likt ovan nämnt poängterar Barmark och Djurfeldt (2015) att det är viktigt att definitionen av begrepp inte hamnar hos respondenten, utan att begreppet bryts ner i konkreta frågor.

8.2 Vidare forskning

För vidare forskning kan det finnas ett behov av att undersöka hur elevernas kunskapsnivåer kring digitala verktyg ser ut. Dessa kunskaper har under senare år fått ett ökat värde och blivit mer och mer användbara inom vidare studier och yrken som berör naturvetenskapliga områden. Därutöver kan det finnas ett behov att granska vilka eventuella komplikationer ett utökat användande av digitala verktyg kan innebära. Detta skulle kunna undersökas genom tvärvetenskapliga studier, där det kognitiva utfallet av digitala verktyg analyseras. Slutligen kan det vara av intresse att undersöka vilka möjligheter som finns att utveckla fler interaktiva digitala verktyg som är anpassade specifikt för den svenska skolan.

9 Referenslista

Ahrne, G., Svensson, P. (2015) *Handbok i kvalitativa metoder*. Stockholm: Liber AB.

Akçay, H., Durmaz, A., Tüysüz, C., & Feyzioglu, B. (2006). Effects of Computer Based Learning on Students' Attitudes and Achievements towards Analytical Chemistry. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 5(1), 44-48.

Bamford, A. (2011). The 3D in Duration White Paper.
<http://www.gai3d.co.uk/news/the-3d-in-education-whitepaper>

Barak, M., & Dori, Y. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139.

Barmark, M., Djurfeldt, G. (2016). *Statistisk verktygslåda 0: att förstå och förändra världen med siffror*. Lund: Studentlitteratur. Lund: Studentlitteratur.

Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Houang, R. T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25(1), 51–71.

Berner, E. (2003). A study of factors that may influence faculty in selected schools of education in the Commonwealth of Virginia to adopt computers in the classroom. *George Mason University*. (UMI No.AAT 3090718).

Boström, L., Sjöström, M., Karlsson, H., Sundgren, M., Andersson, M., Olsson, R., & Åhlander, J. (2018). *Digital visualisering i skolan: Mittuniversitetets slutrapport från förstudien*.

Chou, Chang, & Lu. (2015). Prezi versus PowerPoint: The effects of varied digital presentation tools on students' learning performance. *Computers & Education*, 91, 73-82.

Cox, M.J., Preston, C., & Cox, K. (1999) What Factors Support or Prevent Teachers from Using ICT in their Classrooms? Paper presented at the British Educational Research Association Annual Conference, University of Sussex at Brighton, september 2-5 1999

Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are Virtual Labs as Effective as Hands-on Labs for Undergraduate Physics? A Comparative Study at Two Major Universities. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 803-814.

Eilks, I., & Hofstein, A. (2013). *Teaching Chemistry: A Studybook: A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers*. Rotterdam: Sense.

- Ekelund, R. (2017). Klockan klämtar för digitala läromedel. *OGD-Opinion*. Debattartikel.2017- 05.24
- Exam.net. (2019). Hämtad 19-05-16 från: <https://exam.net/>
- Fauville, G., Dupont, S., & Thorndyke, M. (2011). Virtual ocean acidification laboratory as an efficient educational tool to address climate change issues. *The Economic, Social And Political Elements Of Climate Change, Climate Change Management*, 2011, Vol. 4, Pp. 825-.836, 4, 825-836.
- Fauville. G. (2013). Göteborgs Universitet - Virtual Marine Scientist. Hämtad 2019-05-16 från: https://ipkl.gu.se/english/Research/research_projects/vms
- Fleming, N., & Baume, D. (2006) *Learning Styles Again: VARKing up the right tree!* Educational Developments, SEDA Ltd, Issue 7.4, november. 2006, p4-7.
- Gudmundsdottir, G., & Hatlevik, O. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214-231.
- Hylén, J., Hermansson, K., & Ifous. (2017). *Digitalisering i skolan: Att tillsammans utveckla digital kompetens* (Ifous rapportserie; 2017:4).
- Korakakis, G., Pavlatou, A. E., Palyvos, A. J., & Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Journal Computers & Education*, 52(2), 390–401.
- Korakakis, Boudouvis, Palyvos, & Pavlatou. (2012). The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching science. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(C), 145-149.
- Kunskapsmatrisen. (2019) Hämtad 19-05-16 från: <https://www.kunskapsmatrisen.se/>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2017). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Nilsson, P. (2012). Naturvetenskap och skolans naturvetenskap *Att se helheter i undervisningen: naturvetenskapligt perspektiv*. Stockholm: Skolverket.
- Nouri, H., & Shahid, A. (2005). THE EFFECT OF POWERPOINT PRESENTATIONS ON STUDENT LEARNING AND ATTITUDES. *Global Perspectives on Accounting Education*, 2, 53-73.
- Pavio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford: Oxford University Press.

Skolverket. (2011). *Ämnets syfte*. Hämtad 2019-05-20 från: <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DKEM%26tos%3Dgy%26p%3Dp&sv.url=12.5df ee44715d35a5cdfa92a3>

Skolverket. (2017) *Få syn på digitaliseringen på gymnasial nivå – Ett kommentarmaterial för gymnasieskolan, gymnasiesärskolan samt Komvux och särvox på gymnasial nivå*. Hämtad den 2019-04-21 från: <https://www.skolverket.se/publikationsserier/kommentarmaterial/2017/fa-syn-pa-digitaliseringen-pa-gymnasial-niva?id=3784>

Skolverket. (2017) *Förändringar i läroplaner och ämnesplaner*. Hämtad 2019-04-20 från: <https://www.skolverket.se/om-oss/organisation-och-verksamhet/skolverkets-prioriterade-omraden/digitalisering/gymnasieskolans-och-gymnasiesarskolans--digitalisering>.

Skolverket. (2019b) 1 Skolans värdegrund och uppgifter. Hämtad 2019-04-21 från: <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/laroplan-gyll-for-gymnasieskolan>

Skolverket. (2018) *Virtuella laborationer i undervisningen*. Hämtad 2019-04-22 från: https://larportalen.skolverket.se/#/modul/0-digitalisering/Grundskola/513-Digitala-verktyg-i-naturvetenskap/del_02/

Son, J. Y. (2016). Comparing physical, virtual, and hybrid flipped labs for general education biology. *Online Learning*, 20(3), 228-243.

Springer, M. (2014). Improving Students' Understanding of Molecular Structure through Broad-Based Use of Computer Models in the Undergraduate Organic Chemistry Lecture. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1162-1168.

Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry—Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 285-302.

SurveyMonkey. (2019). Hämtad 19-05-09 från: <https://sv.surveymonkey.com/r/7T6ZTVZ>

Svenska Akademiens ordböcker. (2018). Hämtad 2019-04-29 från: <https://svenska.se/>

Tatli, & Ayas. (2010). Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 938-942.

Vernier. (2019). Hämtad 19-05-16 från: <https://www.vernier.com/platforms/labquest-2/>

Vetenskapsrådet. (2002). Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning.

Zhou, Hu, & Gao. (2010). Chemistry teachers' attitude towards ICT in Xi'an. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4629-4637.

10 Bilagor

10.1 Enkät.

Interaktiva digitala verktyg i kemiundervisningen.

Följande enkät åsyftar att undersöka användandet av **interaktiva** digitala verktyg i kemiundervisningen. **Interaktiva** digitala verktyg åsyftar i detta fall ett samspel mellan en användare och en dator, applikation eller skärm.

* 1. Använder du och dina elever interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

- Ja, återkommande.
- Vid enstaka tillfällen.
- Nej.

Annat.

* 2. Kopplat till vilket ämnesområde använder du interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

- Elektrokemi
- Biokemi
- Organisk kemi.
- Miljökemi.
- Termokemi.
- Analytisk kemi.
- Jag använder inte interaktiva digitala verktyg i min undervisning.
- Annat område (specificera):

* 3. Hur anser du att interaktiva digitala verktyg påverkar förståelsen för kemi i allmänhet hos elever?

- Ökar förståelsen.
- Varken ökar eller minskar förståelsen.
- Minskar förståelsen.
- Ingen uppfattning.

* 4. Hur anser du att användandet av interaktiva digitala verktyg i kemiundervisningen bör se ut i framtiden?

- Användandet borde öka.
- Användandet borde vara oförändrat.
- Användandet borde minskas.
- Ingen åsikt.

* 5. Hur trygg känner du dig i att använda interaktiva digitala verktyg i din undervisning?

- Mycket säker.
- Säker.
- Osäker.
- Mycket osäker.

* 6. Hur anser du att kunskapsnivån kring interaktiva digitala verktyg är hos dina elever i allmänhet?

Mycket låg. Mycket hög.



* 7. Erbjuder din skola någon form av programvara eller annat interaktivt digitalt verktyg som du kan nyttja i din undervisning? (Om ja, vilket/vilka?).

* 8. Har du några övriga kommentarer kring användandet av interaktiva digitala verktyg i undervisningen? Använd kommentarsfältet nedan.

* 9. Vad anser du om att ersätta tid från ordinarie laborationer till interaktiva datorlaborationer? Motivera gärna ditt svar.

10. Hur länge har du varit verksam som kemilärare på gymnasial nivå?

10.2 Digitala resurser för kemiämnet.

Nedanstående resurser samlades in gemensamt av ett antal kemilärarstudenter under kursen "Kemi för skolans ämneslärare (LGKE41). Förkortningarna som används för att beskriva resurserna, motsvarar följande:

- Allm. – Allmän Kemi.
- Bio. - Biokemi.
- Org. – Organisk kemi.
- Oorg. – Oorganisk kemi.

- Högst. – Högstadiet.
- Gym. – Gymnasiet.
- Lägre – Grundskola.
- Högre – Universitet och högskola.

http://www.hannashus.se/vaar-vaerld-bestaar-av-kemikalier/	Samling	Högst.
http://www.anachem.umu.se/eks/index.html	Samling	Högst./gym.
https://urskola.se/	Samling	Högst./gym.
https://www.naturvetenskap.org/kemi/hogstadiekemi/luft/	Samling	Högst./gym.
khanacademy.org	Allm.	Gym./högre
experimentskafferiet.se	Allm.	Högst./gym.
https://lyckansmat.wordpress.com/ar-du-for-sur/ samt http://www.gp.org	Oorg.	Högst./gym.
http://scaleofuniverse.com/	Allm.	Högst./gym.
https://sites.google.com/a/veingeskolan.se/undervisa-nyanlaenda/nc	Samling	Högst.
https://www.elevspel.se/amnen/kemi/	Samling	Grund.
http://www.middleschoolchemistry.com/	Samling	Grund.
http://www.enhetsomvandlare.com/	Allm.	Grund.
http://www.teknikochnatur.se/	Samling	Lägre
Magnus Ehringer undervisning	Samling	Gym.
http://www.landskapsgrundamne.se/	Allm.	Gym.
http://chem-www4.ad.umu.se:8081/Skolkemi/index.html	Samling	Gym./Högre
EduMedia.com	Samling	Högst./gym.
https://chem.libretexts.org/Bookshelves	Samling	Högre
http://www.chemtube3d.com/	Org.	Gym./högre
https://www.prevent.se/kemiquiden	Labbsäkerhet	Gym./Högre
Gas law - Simulation	Termodynamik	Högst./gym.
https://www.proprofs.com/quiz-school/quizshow.php?title=practice-chemistry-test&q=1	Allm.	Gym.
http://kemisamfundet.se/kemi-i-skolan/kemiolympiaden/	Tävling	Gym.
Periodiska systemet	Allm.	Högst./gym.
IR Spectroscopy - IR	Org.	Högre
http://www.chem1.com/chemed/genchem.shtml	Samling	Högst./gym.
http://www.kursnavet.se/kurser/ke1201/a06-006/a06-006-htm/a06-006-006-htm	Kemiprov	Gym.
http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/WebContent/orgnom/index.html	Org.	Gym./högre
https://www.cliconline.se	Allm.	Högst.

Cell Size and Scale	Allm.	Högst.
https://learn..../cells/scale/	Livsm	Gym.
File archive of Örjan Hansson	Samling	Högre
Biomolecular Structures	Bio.	Gym.
Test	Test	Test
Professor Dave	Webbföreläsning	Grund.
Leah4sci	Webbföreläsning	Grund.
https://www.ptable.com/?lang=sv#Writeup/Wikipedia	Allm.	Högst.
http://chem-www4.ad.umu.se:8081/Skolkemi/index.html	Allm.	Högst./gym.
https://www.youtube.com/user/kemikalendern/featured	Filmbank	Gym.
Interaktiva simulatorer	Allm.	Högst./gym.
http://www.chembio.uoguelph.ca/educmat/chm19104/organic_nomenclature_quizzes.htm	Org.	Högst./gym.
KRC	Allm.	Grund.
http://ed.ted.com/periodic-videos	Grundämnen	Högst./gym.
http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/listing?searchtext=%22r	Allm.	Högst./gym.
https://avogadro.cc/	Bio.	Grund.
http://boscoh.com/ramaplot/	Bio.	Högre
http://www.chemdoodle.com/	Allm.	Gym.
http://www.chemspider.com/	Org.	Gym.
http://www.pirx.com/iMol/index.shtml	Bio.	Högre
https://www.scienceinschool.org/content/small-beautiful-microscale-c	Allm.	Gym.
https://www.kemi.se/privatpersoner/kemikaliepodden	Samling	Gym.
https://www.universeum.se/lararprogram/fortbildningar-kemi/	Fortbildning	Högst.