



Gymnasieelevers uppfattningar om lärande i molekylärbiologi med hjälp av en simulering.

Upper secondary school students' opinions on learning
molecular biology using a simulation.

Sara Andersson

Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap

Ämneslärarprogrammet

15 hp

Handledare Teresa Berglund

Examinator Niklas Gericke

2018-06-08

Abstract

This study investigates upper secondary school students' opinions on working with a computer simulation in microbiology. During one lesson, the students got to work with the simulation and answer questions about what was happening in the simulation. Collection of data was made through observation, surveys and interviews. The result shows an overall positive attitude among the students towards working with simulations in biology class. Despite this, using simulations as a learning tool can not be recommended without reservation. It is of importance that the simulation to be used is carefully selected according to learning goals and that students are supported in their interpretation of the simulation. The most important support is the teacher explaining what the simulation is showing.

Keywords: Biology didactics • Molecular biology • Secondary school • Simulation

Sammanfattning

Studien undersöker gymnasieelevers uppfattningar om att arbeta med en datorsimulering i molekylärbiologi. Under ett lektionstillfälle har gymnasieelever fått arbeta med en simulering i molekylärbiologi och svarat på frågor om vad som händer i simuleringen. Datainsamlingen har gjorts via observation, enkäter och intervjuer. Resultatet visar en generellt positiv inställning bland eleverna till att arbeta med simuleringar i undervisningen. Simuleringar som verktyg i undervisningen kan dock inte rekommenderas utan förbehåll. Det är viktigt att en passande simulering väljs ut och att elever får stöd i att tolka den. Det viktigaste stödet är att läraren i en genomgång förklarar vad som händer i simuleringen.

Nyckelord: Biologididaktik • Gymnasieelever • Molekylärbiologi • Simulering

Innehåll

Abstract	
Sammanfattning	
Inledning.....	1
Bakgrund	2
Svårigheter i lärandet av molekylärbiologi	2
Representationer och modeller som begrepp	3
Representationskompetens	4
Stöd behövs i lärandet med dynamiska representationer	5
Design av simuleringar	6
Syfte och frågeställning	7
Metod.....	8
Urval	8
Datainsamlingsmetod	10
Procedur.....	11
Databearbetningsmetod	13
Resultat	14
Möjligheter med simuleringen.....	14
Svårigheter i lärandet med simuleringen.....	16
Stöd för lärande med simuleringen	19
Sammanfattning av resultatet.....	23
Diskussion.....	24
Simulering som komplement i undervisningen.....	24
Valet av simulering.....	24
Synpunkter på designen.....	25
Simuleringen behöver förklaras	25
Metodens begränsningar och förtjänster	26
Implikation	27
Referenser	28
Bilaga 1. Lektionsuppgift	1
Bilaga 2. Enkät	2
Bilaga 3. Intervjuguide.....	4

Inledning

Lärandet av molekylärbiologi ställer stora krav på både elever och lärare. Det är ett kunskapsområde som inte går att direkt observera och undersöka i klassrummet. Traditionellt används därför ofta visuella representationer. Visuella representationer kan till exempel vara bilder ur läroböcker. Det kan också vara fysiska modeller i 3D (t. ex. molekylmodeller), filmer, simuleringar och virtuella laborationer. På internet finns mängder av visuella representationer som skulle kunna användas i undervisning. Skolan digitaliseras allt mer och det märks tydligt i de förändringar skolverket gjort i läroplanen och flera ämnesplaner som gäller från höstterminen 2017. Störst förändringar har gjorts i de gymnasiegemensamma ämnena och enligt ämnesplanen för naturkunskap ska undervisningen ge eleverna möjlighet att "...såväl med som utan digitala verktyg, använda naturvetenskapliga kunskaper och arbetsmetoder" (Skolverket 2017, Ämnesplan Naturkunskap). Simuleringar är ett digitalt verktyg som det därför blir allt mer viktigt att kunna använda på ett bra sätt i undervisningen. En simulering är dynamisk, det vill säga har rörliga bilder. Det skulle kunna underlätta förståelsen och lärandet av komplicerade processer och händelseförlopp (Rundgren & Tibell 2010a; Ploetzner, Lippitsch, Galmbacher, Heuer, Scherrer 2008). Enligt Schönborn och Anderson (2006) tas det ofta för givet av utbildare och designers av visuella representationer att studenter i biokemi har en förmåga att tillgodogöra sig kunskap genom representationerna. Denna förmåga ska studenterna ha tillgodogjort sig automatiskt genom sin utbildning. Detta antagande är dock enligt Schönborn och Anderson (2006) felaktigt och elever behöver träna upp sin kompetens i att tillgodogöra sig visuella representationer. Den här studien syftar till att undersöka elevers uppfattningar om lärande av molekylärbiologi med hjälp av en datorsimulering.

Bakgrund

Svårigheter i lärandet av molekylärbiologi

Flera av de svårigheter elever möter i lärandet av molekylärbiologi har att göra med att det som studeras är osynligt och svårt att erfara med sina sinnen. För att förstå innehållet i molekylärbiologi behöver den lärande också kunna röra sig mellan olika organisationsnivåer som påverkar varandra (Rundgren & Tibell 2010b, Thörne & Gericke 2013). Gen, protein och ärftlig egenskap är exempel på begrepp som är relaterade till varandra men finns i olika organisationsnivåer. Gen och protein är på den osynliga mikronivån medan ärftliga egenskaper är något som elever kan se eller ha erfarenheter av. För att hjälpa eleverna att förstå kopplingen mellan de olika organisationsnivåerna finns det enligt Thörne och Gericke (2013) forskning som rekommenderar att undervisa särskilt om proteiner som en länk mellan begreppen protein och ärftlig egenskap. Thörne och Gericke (2013) studie av lärare som undervisar i årskurs nio visar dock att det finns stora variationer i hur lärare talar om proteiner i klassrummet. Samtliga lärare talade om att proteiner bildas, däremot talade inte alla lärare om vad proteiner har för funktion eller relationen mellan begreppen gen, protein och ärftlig egenskap. Brister i undervisningen kan därmed vara en orsak till elevers svårigheter att förstå genetik (Thörne & Gericke 2013).

Enligt Rundgren och Tibell (2010b) är innehållet i molekylärbiologi i sig komplext och det är vanligt att elever har svårigheter att förstå begrepp och processer. Till exempel har elever ofta svårt att förstå att olika celltyper i kroppen i grunden innehåller samma DNA. En ytterligare svårighet är att förstå hur begrepp som cell, molekyl och atom är relaterade till varandra storleksmässigt. Det leder till förvirring och svårigheter att förstå processer som diffusion (Rundgren & Tibell 2010b).

Knippels (2002) identifierar språket som en stor svårighet för elever i lärandet av genetik. Det är många nya begrepp för elever att lära sig. Flera begrepp är synonymer och flera används ibland som synonymer i undervisningen fastän de inte egentligen är det, som t. ex. begreppen gen och allel. En del begrepp kan också ge felaktiga associationer vilket kan vara förvirrande för elever, som t. ex. begreppet ”dominant allel”. Elever kan t. ex. misstolka ordet som en synonym till att det är en ”bra” eller ”vanlig” gen (Knippels 2002). En ytterligare svårighet med språket som identifieras i Thörne och Gericke (2013) är när det i undervisningen inte förklaras vilken taxonomisk nivå ett begrepp har. Det kan då bli otydligt för eleverna och svårt att förstå begreppen. Protein och enzymer är exempel på begrepp där det ena begreppet (enzym) ryms inom definitionen av det andra begreppet (protein). Det är därför viktigt att läraren har en medvetenhet om hur han eller hon använder och relaterar olika begrepp i undervisningen till varandra (Thörne & Gericke 2013).

Symboler och metaforer används ofta för att beskriva det osynliga i molekylärbiologi (Rundgren & Tibell 2010b). Till exempel kan ribosomen beskrivas med hjälp av metaforen av en proteinfabrik. Ribosom är inget begrepp som elever stöter på i vardagslivet. Avsaknaden av referenspunkter i vardagslivet gör molekylärbiologi abstrakt och svårt att föreställa sig. Samtidigt kan det vara en fördel att det inte finns vardagsföreställningar som kan skapa missförstånd (Rundgren & Tibell 2010b). I en studie av studenters förståelse av ATP-syntes orsakade metaforen av en vattenturbin problem eftersom det leder tankarna i att processen sker i en riktning (Degerman, Larsson, Anward 2012). De symboler som används i representationer av molekylärbiologiska begrepp är enligt Schönborn & Anderson (2006) inte enhetliga. I simuleringen som används i den här studien är t. ex. proteiner avbildade som enfärgade geometriska figurer medan det lika gärna kunde ha avbildats som en kedja av ”bollar” fastsittande efter varandra (för att symbolisera de olika peptiderna som ingår) eller som ett komplex av atomer. Det finns alltså inget bestämt sätt på vilket ett protein bör avbildas och detta kan vara förvirrande för elever som är noviser inom biologi (Schönborn & Anderson 2006). Missförstånd i lärandet av molekylärbiologi är vanliga. En vanlig missuppfattning har t. ex. visat sig vara att aminosyror bildas vid proteinsyntesen (Rundgren & Tibell 2010b).

Representationer och modeller som begrepp

Representationer används här i betydelsen av att gestalta, visa eller förklara en vetenskaplig modell. En representation kan ha olika uttrycksformer som ljud, bild, text (Bohlin 2017). En simulering är en dynamisk representation, dvs. den har rörliga bilder. De kan vara en fördel att använda om målen med lärandet bland annat innebär förståelse av en dynamisk process och tredimensionalitet (Rundgren & Tibell 2010a). Simuleringen som valts för den här studien kräver att användaren interagerar och i någon mån styr simuleringen.

I litteraturen skiljs också ibland på externa och interna representationer. Interna representationer är de ”inre bilder” som en person skapar sig (Bohlin 2017). För att kunna kommunicera dessa måste vi ta hjälp av externa representationer. De interna representationerna formas av de externa. I den här studien refererar begreppet representation genomgående till externa representationer.

Begreppet modell i sin tur kan enligt Bohlin (2017) ha många betydelser såväl i vardagsspråket som inom vetenskapen. Det är den vetenskapliga modellen, *förklaringsmodellen*, som är av intresse i det här studien. En vetenskaplig förklaringsmodell är enligt Bohlin (2017) en ”...idé som beskriver eller förklarar något förhållande och som ofta kan användas för att göra förutsägelse...”. Det kan t. ex. handla om hur egenskaper ärvs eller hur atomer är uppbyggda (Bohlin 2017 s. 3). Genom förklaringsmodeller har den vetenskapliga kunskapen kunnat utvidgas och växa fram.

Förklaringsmodeller är alltså ett redskap för kunskapsskapande. Även representationer är verktyg för kunskapsskapande. Vetenskapliga modeller och representationer är av stor vikt som arbetsredskap inom vetenskapen, både historiskt och fortlöpande (Bohlin 2017). Detta faktum är enligt Gilbert (2005) ett viktigt argument för att elever behöver träna upp sin förmåga att tolka representationer av vetenskapliga modeller.

Representationskompetens

Visuella representationer finns i allt större mängd lättillgängliga på internet för både elever och lärare. Om dessa ska kunna användas effektivt i undervisningen behöver elever och lärare kunskap i att hantera dem. För att beskriva denna kunskap använder Schönborn och Anderson (2006) begreppet *visual literacy*, vilket på svenska översätts som *representationskompetens* (Schönborn 2017). Representationskompetens innefattar flera förmågor, som att kunna tolka en representation, avkoda dess symbolik, bedöma dess giltighet (vad som visas och vad som inte visas) samt att kunna använda och skapa representationer (Schönborn 2017). Vikten av representationskompetens för gymnasieelever kommer till uttryck i ämnesplanen för biologi. Biologiämnet ska ge eleverna förutsättningar att utveckla ”kunskaper om biologins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas” (Skolverket 2011, Ämnesplan biologi). Undervisningen ska också ge eleverna möjlighet att utveckla förmågan att ”kommunicera med hjälp av ett naturvetenskapligt språk” (Skolverket 2011, Ämnesplan biologi).

Enligt Schönborn och Anderson (2006) tas det ofta för givet att elever automatiskt själva ska tillägna sig en representationskompetens under sin utbildning. Detta sker dock inte automatiskt utan elever behöver specifikt tränas i dessa förmågor (Schönborn & Anderson 2006). Ploetzner et al. (2008) anser att lära ut strategier för läsning så som att skriva om med egna ord, stryka under, anteckna och sammanfatta en text ses som nödvändigt för att elever ska lära sig hantera texter väl. Liknande strategier, fast anpassade för dynamiska visuella representationer, borde enligt Ploetzner et al. (2008) användas även för att öka representationskompetensen hos elever. Det skulle kunna vara att lära sig identifiera viktiga delar i den visuella representationen och att lära sig relatera informationen till andra informationskällor som t. ex. läroboken (Ploetzner et al. 2008).

Schönborn och Anderson (2010) definierar ett antal faktorer som påverkar elevers representationskompetens. En viktig faktor är att elever behöver ha vissa förkunskaper inom ämnet. Själva representationen behöver också vara utformad enligt forskning om god design som underlättar tolkning. Faktorerna förkunskaper och design leder dock enligt Schönborn och Andersson (2010) i sig själva inte till någon framgångsrik tolkning om inte eleven har vissa kognitiva färdigheter i att resonera i förhållande till sina förkunskaper och till representationen. Dessa kognitiva färdigheter innebär förmågan att *metavisualisera*, ett begrepp som Gilbert (2005) infört. Begreppet

implicerar att tolkning av visualiseringar kräver ett metakognitivt tänkande, det vill säga förmågan att reflektera över sitt eget lärande och tänkande kring en visualisering (Gilbert 2005).

Brister i representationskompetensen kan enligt Schönborn och Anderson (2006) göra att elever inte fullt ut klarar av att tillgodogöra sig vad de annars skulle kunna genom sin utbildning om de inte klarar att tolka eller rent av misstolkar representationer. Det krävs alltså ett särskilt fokus i utbildningen med övningar där elever får träna upp sin representationskompetens (Schönborn & Anderson 2006).

Stöd behövs i lärandet med dynamiska representationer

En professionell yrkesutövare inom molekylärbiologi kan utan problem använda och röra sig mellan olika visuella representationer. Elever behöver dock, som beskrivits ovan, öva upp sin representationskompetens och behöver stöd i det. Ploetzner et al. (2008) visar en lika hög eller lägre prestation hos elever som hade tillgång till dynamiska representationer jämfört med elever som enbart hade tillgång till stillbilder i form av diagram. Det fanns även en skillnad där särskilt elever med lägre visuell och spatial förmåga missgynnades av att använda de dynamiska representationerna. Resultaten kan enligt Ploetzner et al. (2008) bero på att eleverna överväldigats av för mycket ny information på en gång genom att både representationerna och begreppen var nya samt att de inte hade tillgång till någon lärare för att ställa frågor och få någon förklaring. Utifrån resultaten från studien gjordes en ny studie av Ploetzner et al. (2008) där elever fick stöd i lärandet med de dynamiska representationerna. Stödet bestod bland annat i att läraren detaljerat gått igenom en av representationerna och sammanfattat i slutet av övningen samt att eleverna haft möjlighet att ställa frågor. De dynamiska representationerna visade sig då ha god potential som verktyg i lärande och det var inte längre någon skillnad i lärandet hos elever med lägre eller högre visuell-spatial förmåga (Ploetzner et al. 2008).

Enligt Ploetzner et al. (2008) finns i huvudsak tre förhållningssätt till hur elever kan få hjälp med svårigheterna som det innebär att tolka simuleringar. Det första förhållningssättet handlar om själva designen av simuleringen och uppgiften som eleverna har att applicera på simuleringen. Det andra förhållningssättet handlar om de pedagogiska förutsättningarna som simuleringen används inom, t. ex. tillgänglighet till lärare. Det tredje förhållningssättet handlar om lärandestrategier. Lärandestrategier bör läras ut som särskilda övningar i undervisningen, vilket förutom av Ploetzner et al. (2008) också framhålls av Schönborn och Anderson (2006) och har beskrivits ovan under rubriken representationskompetens.

Design av simuleringar

För någon som är invigd i ämnet, en lärare eller designer av representationen, kan en representation upplevas som pedagogiskt användbar och lätt att tolka. För en novis inom området, som eleverna på gymnasiet är, kan det dock vara betydligt svårare att tolka representationen (Schönborn 2010). Det finns mycket forskning om hur simuleringar bör designas för att underlätta för den lärande. T. ex. bör simuleringen enligt Plass, Homer, Hayward (2009) vara utformad enligt något som kallas för *cuing*. Det innebär att uppmärksamheten hos eleven leds mot det som är tänkt att lära, vilket t. ex. kan göras genom färgkodning. En princip inom detta område är att information lättare tas emot om den presenteras i bildform än i textform. Särskilt gäller detta när innehållet i det som ska läras är på en hög kognitiv nivå och eleven inte har så stora förkunskaper om det som ska läras. Att presentera något med hjälp av en bild ger en lägre kognitiv belastning för den som ska tolka informationen jämfört med att presentera något i text där själva texten måste bearbetas innan de kan relateras till vad den betyder (Plass et al. 2009).

Symboler är nödvändiga i visuella representationer men kan också misstolkas. Det visades i en studie där studenter fick tolka en visuell representation av vattenmolekylers rörelse genom cellmembranet (Rundgren & Tibell 2010a). I representationen som användes är en vattenmolekyl guldfärgad för att underlätta för användaren att fokusera på en enskild molekyls rörelse genom cellmembranet. Den gula färgen visade sig förvirra studenter eftersom många istället tolkade det gula som en svavelmolekyl (Rundgren & Tibell 2010a).

Förutom hur symboler representeras finns det många andra fallgropar att se upp för vid designen av simuleringar. Brescianil och Eppler (2015) har gjort en sammanställning av fallgropar varav de vanligaste orsakar kognitiva svårigheter. Simuleringen kan t. ex. vara onödigt komplicerat designad med onödiga detaljer eller så kan den tvärtom vara så förenklad att innehållet i lärandet blir felaktigt (Brescianil & Eppler 2015).

Två av de viktiga principerna Plass et al. (2009) tar upp för hur en simulering bäst bör designas är principerna om segmentering och om guidat upptäckande. Segmentering handlar om att informationen bryts upp i mindre delar vilka eleven kan kontrollera övergången mellan. Guidat upptäckande kan innebära ett gradvist avancemang och feedback. Det kan till exempel utgöras av rutor med information i som leder användaren vidare. En annan viktig princip inom designen av simuleringar har att göra med elevens möjlighet att styra simuleringen. Det har visat sig vara effektivt att eleven själv kan styra tempot i informationen som presenteras, t. ex. genom att öka eller minska hastigheten samt att kunna pausa (Plass et al. 2009). I statistiska representationer, som t. ex. en bild eller en text, kan eleven gå tillbaka och läsa om igen om det behövs. Den möjligheten finns inte i simuleringar om inte eleven ges möjlighet att styra genom att sakta ned, pausa, spola fram- och tillbaka osv. Det tillåter också eleven att hoppa över information som är för lätt och på så sätt spara kognitiv belastning till det som är nytt och svårt (Plass et al. 2009).

Sammanfattningsvis finns det mycket forskning som betonar betydelsen av representationer inom molekylärbiologi och vikten av att elever kan tolka och använda dessa. Om elever använder en simulering som är designad i enlighet med forskning, anpassad till deras förkunskaper och får stöd i att tolka den borde simuleringen ha en positiv effekt på elevers lärande. Det är dock många faktorer som ska stämma och samverka för att ge en helhet. Det är därför av intresse att undersöka hur elever själva uppfattar lärandet med en simulering när den satts i sitt sammanhang inom ramen för undervisningen på gymnasiet.

Syfte och frågeställning

Syftet med examensarbetet är att undersöka gymnasieelevers uppfattningar om vad arbete med en simulering innebär för lärandet och vilket stöd som behövs.

- Vilka möjligheter upplever elever att simuleringen erbjuder?
- Vilka svårigheter för lärande upplever elever med simuleringen?
- Vilket stöd upplever elever att de behöver för att ha nytta av simuleringen i sitt lärande?

Metod

Studien är grundad på en intervention som gjorts i flera olika undervisningsgrupper på gymnasiet. På förhand har en simulering valts ut som eleverna i de olika undervisningsgrupperna fått arbeta med under ett lektionsbesök. Författarens roll har varit att under besöket leda en lektion och att genomföra datainsamling genom en kombination av metoder. Metoderna är observation, enkäter och gruppintervjuer. För att utifrån studien kunna göra eventuella rekommendationer om hur simuleringar kan användas i undervisningen är det viktigt att veta hur vanligt förekommande en viss åsikt är. Därför är det viktigt att en kvantitativ metod har använts, vilken utgjorts av enkäter. Samtidigt har en kvalitativ metod genom intervjuer använts för att ge en djupare förståelse av de representerade uppfattningarna. Kombinationen av metoder som använts har gett ett brett empiriskt material som besvarar frågeställningarna (Johansson & Svedner 2010).

Urval

Deltagare i studien

Deltagarna i studien är elever som läser Biologi 1 eller Naturkunskap 1b på gymnasiet. Totalt deltog 33 elever som läser biologi och 52 elever som läser naturkunskap, fördelade enligt tabell 1 nedan. En pilotstudie gjordes med en biologiklass på skola 1. Samtliga övriga klasser som deltog i pilotstudien och studien är från skola 2. Beteckningarna a och b syftar till halvklasser av biologiklass 1 eller 2. Vilka klasser som deltog i pilotstudien valdes inte särskilt ut av någon mer anledning än praktiska skäl, eftersom de var de som kunde bokas in att besökas först.

I tillägg till att det finns två olika gymnasiekurser representerade i studien har dessa också kommit olika långt i det kursinnehåll som är relevant för studien. Samtliga biologiklasser har tidigare under kursen läst cellbiologi och genetik. Naturkunskapsklass 1 har inte läst någon cellbiologi alls på gymnasiet och simuleringen blir deras introduktion till kursinnehållet om genetik. Naturkunskapsklass 2 har kommit en bit i sin undervisning om genetik. Studien har därmed gjorts i olika kurser och vid olika tidpunkt i det aktuella kursmomentet, som repetition, introduktion och mitt i undervisningen om genetik. De fyra klasserna i studien är fördelade på tre olika lärare enligt tabell 1.

Så många elever som möjligt har valts ut och tillfrågats att delta i intervjuer i form av gruppsamtal, se tabell 1. Det som har begränsat antalet elever som kunnat delta i intervjuerna är den lektionstid som funnits till förfogande då intervjuerna genomförts. Biologiklasserna besöktes i halvklass med lång lektionstid till förfogande. Därför har alla utom tre elever kunnat delta i intervjuerna, fördelat på sju intervjuer. Av de tre

eleverna som ej deltog berodde det för två elever på tidsbrist och den tredje valde att ej delta. I naturkunskapsklasserna däremot gjordes studien i helklass och det fanns därmed inte möjlighet att intervjua lika stor del av klassen på grund av tidsbrist. Den sista intervjun som gjordes i Naturkunskap klass 2 var en extra stor grupp med nio deltagare. Det berodde på att elever gärna ville vara med och tilläts detta eftersom det inte fanns tid för en ytterligare intervju. I naturkunskapsklasserna tillfrågades eleverna att vara med i intervjuerna allt eftersom de blev klara med uppgiften.

Tabell 1. Siffrorna anger antal elever från olika undervisningsgrupper som deltog i lektionsuppgiften samt intervjuerna. ”L” A, B C, D visar fördelning av de ordinarie lärarna på olika undervisningsgrupper.

	Biologi skola 1	Biologi 1a	Biologi 1b	Biologi 2a	Biologi 2b	Naturkunskap 1	Naturkunskap 2
Pilotstudien - lektionsuppgiften.	27	12	-	-	-	-	-
Studien - lektionsuppgiften.	-	-	9	12	13	24	27
Lärare	LA	LB	LB	LB	LB	LC	LD
Antal intervjuer	-	3	2	3	2	2	2
Totalt antal deltagare i intervjuerna.	-	6	8	12	11	12	15

Samtliga elever deltog i lektionen med att använda simuleringen och därmed observationen. Bortfallet av enkäter utgörs av fyra enkäter från Biologi 2b och sju enkäter från Naturkunskap klass 1. Totalt har 74 enkäter samlats in och använts i databearbetningen.

Val av och beskrivning av simulering

Den för studien valda simuleringen¹ visar en förenkling av en komplicerad process, avläsning av gener som resulterar i proteinsyntes. De bästa visualiseringarna är enligt Ploetzner m. fl. (2008) sådana vars syfte är att förklara ett komplicerat händelseförlopp eller process. I simuleringen som används i den här studien visas hur positiva transkriptionsfaktorer måste binda till en gens regulatoriska region för att genen ska kunna avläsas med hjälp av RNA-polymeras och mRNA bildas. När mRNA kommer i

¹ Länk till simuleringen: https://phet.colorado.edu/sims/html/gene-expression-essentials/latest/gene-expression-essentials_sv.html

kontakt med en ribosom visas att protein bildas. Det går sedan att förflytta bilden längs med DNA-molekylen till nästa gen. Eleven kan flytta olika biomolekyler och se till att de kommer i kontakt med varandra och hamnar på rätt ställe. På detta sätt kan tre gener undersökas för att synliggöra kopplingen mellan informationen i DNA och bildandet av protein. De tre generna är lika men skiljer sig åt i att transkriptionsfaktorerna som binder vid respektive gens regulatoriska region ser olika ut, generna är också olika långa och proteinerna som tillverkas representeras olika. Proteinerna representeras som olika symboler i form av geometriska figurer beroende på vilken av generna de kommer från.

Simuleringen visar dock inte var i cellen händelserna äger rum, eller att mRNA i en eukaryotisk cell måste föras ut ur cellkärnan till ribosomen. Fler betydande förenklingar är att ribosomen endast visas i sin helhet med de två subenheterna redan sammansatta innan kontakten med mRNA. tRNA visas inte alls och inte heller de fria nukleotiderna som bygger upp mRNA. De enskilda aminosyrorerna, polypeptidkedjan eller proteinveckningen visas inte heller utan det färdiga proteinet kommer ut ur ribosomen i form av en symbolisk geometrisk figur.

Simuleringen är framtagen av University of Colorado, Boulder. Universitetet bedriver forskning på hur simuleringar bäst designas och används för att fungera väl för utbildningssyfte (University of Colorado, 2018). Simuleringen har namnet ”Genuttryckgrunder” och består av de tre delarna Uttryck, mRNA och Multipla celler. Ett urval har gjorts där endast delen Uttryck används i studien. Detta är för att den kunskapsmässigt bäst motsvarar nivån för biologiundervisningen i gymnasiet. Kortfattat visar delen Uttryck hur positiva transkriptionsfaktorer behövs för att DNA ska avläsas vilket med hjälp av mRNA som intermediär resulterar i att protein tillverkas i ribosomen. Delarna mRNA och Multipla celler kräver introduktion av begreppet affinitet och tolkning av diagram över proteinkoncentration i cellerna, vilket ansetts vara för avancerat kunskapsmässigt för gymnasienivån. Delen Uttryck har också bedömts passa i den tidsåtgång som krävs för att praktiskt kunna genomföra under en lektion.

Datainsamlingsmetod

De observationsanteckningarna som gjordes under lektionens gång fungerar som komplement till enkäten och intervjuerna (Johansson & Svedner 2010). Observationen gav t. ex. ett helhetsintryck av elevernas engagemang, vilket kompletterades med öppna intervjufrågor där eleverna fick svara på hur de tyckte det var att arbeta med simuleringen. Förutom elevernas nivå av engagemang handlade observationen om hur elevernas samarbete fungerade, om samtalen eleverna sinsemellan handlade om övningen eller om annat, hur mycket hjälp av lärare eleverna ville ha och övriga händelser av intresse. Ingen manual användes för observationen, men det fanns en medvetenhet hos observatören om ovanstående punkter som viktiga aspekter att observera.

Enkätfrågorna (Bilaga 2) är formulerade med stor likhet till studiens första två frågeställningar. Den tredje enkätfrågan är däremot uppdelad och mer detaljerad, vilket gjordes efter pilotstudien då den ursprungliga formuleringen inte gav svar som innehöll tillräckligt med information för att vara användbara i studien. Frågan är utformad så att eleverna får ge råd till designern av simuleringen och läraren, för att hjälpa eleverna att tänka sig in i dessa olika roller. Det har visat sig ge mer innehållsrika svar.

Flertalet elever deltog i intervjuer i form av gruppsamtal där de fick uttrycka sig muntligt. Fyra till sju elever per intervjuomgång deltog och samtalet spelades in och transkriberades efteråt. Samtalen har haft en karaktär av öppen intervju, en metod som är lämplig för att få djupare argument och åsikter som kompletterar de svar som ges i enkäten (Johansson & Svedner 2010). Intervjuaren använde sig av en intervjuguide (Bilaga 3) och ställt följdfrågor på elevernas svar för att få utförligare förklaringar. Flera olika metoder har använts tillsammans och kompletterar därmed varandra i datainsamlingen (Johansson & Svedner 2010).

Procedur

Varje klass eller halvklassgrupp besöktes under ett lektionstillfälle vars upplägg beskrivs nedan.

Beskrivning av lektionsupplägg

Lektionens upplägg bestod i en introduktion och en lektionsuppgift. Observationen pågick samtidigt som eleverna arbetade med uppgiften. Samtliga delar av lektionen samt observationen genomfördes av författaren. Den ordinarie läraren var antingen närvarande i klassrummet men höll sig i bakgrunden eller var inte närvarande i klassrummet.

Introduktionen innebar en presentation av författaren och om studien. Information om forskningsetiska aspekter som elevernas anonymitet, frivilligt deltagande och hantering av insamlad data gavs muntligen och skriftligen. Samtycke inhämtades genom underskrifter. Introduktionen innehöll också instruktioner för lektionsuppgiften. Eleverna ombads ”undersöka hur protein skapas med hjälp av information från DNA” samtidigt som de fick väldigt knapphändiga instruktioner om hur de skulle använda simuleringen. Eleverna fick endast veta att simuleringen är som ”ett spel” där de kan klicka och prova sig fram.

Uppgiften var utformad som en vanlig skoluppgift i form av en stencil (Bilaga 1) där eleverna använder simuleringen och svarar på frågor skriftligen. Uppgiften handlade om vad som händer i simuleringen och genomfördes två och två eller tre. Det gav eleverna möjlighet till att samarbeta och diskutera simuleringen. Eleverna instruerades att använda frågorna i uppgiften ungefär som instuderingsfrågor, men att utgå från

simuleringen istället för läroboken. De fick också veta att de även kommer att vara tvungna att använda sin egen kunskap för att kunna svara på frågorna och att deras ordinarie lärare inte skulle få läsa deras svar.

På grund av förväntade skillnader i förkunskaper anpassades introduktionen något efter klasserna. Alla biologiklasser fick en snarlik introduktion till vad som förklarats ovan. I naturkunskapsklass 1 utgjorde studien deras första lektion inom området genetik. Därför fick de i introduktionen ett litet tillägg om några delar av simuleringen. Tillägget innebar en kort förklaring av begreppet protein. Förklaringen innehöll att protein bygger upp kroppen och vad för funktioner proteiner kan ha. Genen pekades ut på storskärmen och eleverna informerades muntligen om att det finns information i genen, den genetiska koden, som bestämmer vilken sorts protein som ska tillverkas av den genen. Eleverna fick ingen information om biomolekylerna i verktygslådan, endast att de kan dra ut dem och använda dem och att de flesta kommer att behövas för att skapa ett protein. Den andra naturkunskapsklassen fick en likadan introduktion, trots att de börjat med arbetsområdet genetik och gått igenom en del av innehållet veckan innan.

Efter att eleverna gjort klart uppgiften fick de fylla i enkäterna (Bilaga 2). Intervjuerna gjordes sist, allt eftersom eleverna blev klara med enkäterna.

Tillvägagångssätt

Inledningsvis gjordes en pilotstudie. En pilotstudie ger möjlighet att pröva och utvärdera de olika metoderna som kommer att användas i studien (Johansson & Svedner 2010). I pilotstudien testades hur lektionsuppgiften fungerade och om frågorna var formulerade så att de kunde förstås av eleverna och kunde ge svar som var användbara för studien. Det visade sig att eleverna var väldigt engagerade i lektionsuppgiften och inte upplevde några svårigheter i användandet av simuleringen eller i frågeformuleringarna. Pilotstudien visade alltså att proceduren i stort sett fungerade. Men vissa lärdomar kunde dras som ledde till förändringar av hur studien sedan genomfördes.

Förändringarna efter pilotstudien innebar att elever specifikt ombads att endast använda en dator per par eftersom det tydligt främjade diskussioner eleverna emellan att de tittade på samma skärm. Till intervjuerna ökades också antalet deltagare per intervjuomgång eftersom det verkade ge en mer avslappnad känsla och eleverna kunde lyssna på fler elevers synpunkter och diskutera dessa. Det gjorde också att fler elever kunde delta i intervjuerna inom den tid som fanns till förfogande. Till enkäten lades en fråga till (fråga nr. 3, Bilaga 2). Den nya frågan är formulerad på ett mer detaljerat sätt än fråga fyra och de kan komplettera varandra.

Varje klass besöktes under ett lektionstillfälle då datainsamlingen ägde rum. Eleverna var på förhand endast informerades om att de skulle få besök och de var ombudsade att ta med sig sina datorer till lektionen. Introduktionen tog 15 minuter och efter det delades

klasserna in i grupper om två eller tre elever per grupp. Indelningarna skedde i biologiklasserna och naturkunskapsklass 1 efter hur de satt i klassrummet medan den ordinarie läraren gjorde gruppindelningar i naturkunskapsklass 2. Under observationen gavs eleverna sparsamt med hjälp och tips av observatören när de hade frågor.

Övningen, introduktionen och enkäten tillsammans tog ca 45 min och resterande lektionstid användes till intervjuer. Intervjuerna ägde rum i ett grupprum utanför klassrummet. De som inte intervjuades fick uppgifter från sin ordinarie lärare eller fortsatte att arbeta med simuleringen och enkäten. För en del elever blev intervjun ett avbrott när de satt och fyllde i enkäten.

Databearbetningsmetod

Enkätsvaren fördes in i tabeller och kategoriserades. Samtliga undervisningsgrupper som besöktes behandlades var för sig i bearbetningen av data. Analysen visade inga betydande skillnader i resultat mellan grupperna Biologi 1a, 2a och 2b. Därför slogs resultaten för dessa grupper samman i redovisningen av resultatet. Detta är i enlighet med vad som kunde förväntas eftersom Biologi 1b, 2a och 2b har samma lärare och samma planering. Det bör alltså inte finnas någon skillnad i förkunskaper som skulle kunna påverka resultatet. De båda naturkunskapsklasserna behandlades som skilda grupper eftersom de har olika lärare och olika planeringar av kursen vilket kan göra att de har olika förkunskaper.

Ibland har elever angett svar som passar in i två kategorier, de har då räknats i båda kategorierna. Ett exempel på detta är när elever svarat att simuleringen skulle passa in både som en paus under en genomgång och efter en genomgång.

Intervjuerna analyserades som ett komplement till enkätsvaren. Det är inte möjligt att genom data från intervjuerna ta reda på hur många elever som hade en särskild åsikt. Intervjuerna har dock bidragit med olika förklaringar till elevernas åsikter. Intervjuerna har också gjort att motstridiga åsikter som inte lika tydligt syns i enkätsvaren har uppmärksammats. Observationsanteckningarna användes i databearbetningen som bakgrundsbeskrivning av hur lektionerna gått till och hur eleverna har arbetat med uppgiften.

Resultat

Möjligheter med simuleringen

För att få en bild av om elevers helhetsintryck av att arbeta med simuleringen var positivt eller negativt ställdes enkätfrågan om elever skulle rekommendera användandet av simuleringen i undervisningen. En övervägande majoritet av eleverna visade sig vara positivt inställda, se tabell 2.

Tabell 2. Enkät svar på frågan om eleverna skulle rekommendera att simuleringen används i undervisningen.

	Biologi 1b+2a+2b	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Ja	13	8	15
Ja, om...	6	0	5
Som test	0	1	0
Någon enstaka gång/kanske	5	2	3
Nej	0	1	2
Ej svar	6	5	2

Kategorin ”ja, om...” innehåller de svar där eleven angett att han eller hon skulle rekommendera att simuleringen används med något förbehåll. Ett förbehåll kan vara om läraren förklarar samtidigt, om simuleringen förbättras så att den ser mer ut som i boken, om det finns en enkel förklaring, beroende på ålder osv. Två biologielever har föreslagit att simuleringen används som repetition eller komplement och de har kategoriserats i ”ja, om...”.

Engagemang och variation i undervisningen

I intervjuerna svarade eleverna ofta att det var roligt, kul med variation och annorlunda att arbeta med simuleringen. Detta var vanligt i samtliga intervjugrupper utom biologi 1b. Där ansågs simuleringen vara bra för att befästa kunskaper men skulle passa bättre till yngre elever eller att simuleringen skulle passa bättre om den var mer detaljerad. Fler åsikter som kom fram i andra intervjuer var bland annat att det inte spelar någon roll om simuleringar används i undervisningen eller inte, att det inte är tillräckligt

effektivt för att ta undervisningstid till eller att det var för svårt. När intervjuaren föreslog att läraren skulle kunnat gå igenom simuleringen på storskärm istället för att elever kunde sitta och interagera själva vid sina datorer ansågs detta endast positivt av två elever, båda i olika intervjugrupper. Den ena av dem föredrog genomgång med powerpoint av läraren som tillräckligt för att förstå. De övriga som svarade på frågan om egen interaktion med simuleringen tyckte att det ändå fanns en poäng att agera själva. Det övervägande skälet var för att det är kul.

Observationen visade också på ett högt engagemang bland eleverna när de arbetade med uppgiften med simuleringen. Samtalen i grupperna handlade om uppgiften. Detta gällde samtliga klasser. Efter en stund avtog engagemanget i naturkunskapsklasserna när fokus hos allt fler elever skiftade från uppgiften till deras mobiltelefoner. I biologiklasserna höll engagemanget i sig hela tiden som uppgiften varade och endast något enstaka samtal om annat förekom. En del av eleverna fortsatte att arbeta med simuleringen efter att uppgiften var klar. En del inslag av lek och tävling mellan grupperna förekom.

Vad elever upplever att de lär sig med simuleringen

Tabellen nedan visar vad eleverna själva uttrycker att de har lärt sig något om genom att använda simuleringen.

Tabell 3. Enkät svar om vad eleverna lärt sig om genom att arbeta med simuleringen.

	Biologi 1b+2a+2b	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Nya begrepp (transkriptionsfaktorer och mRNA-nedbrytare).	23	0	3
Proteiner, hur de bildas/är uppbyggda/att det finns olika.	1	8	11
Om processen, ger en bild av hur det går till.	1	2	2
Inget nytt men bra repetition.	2	0	0
Allmänt om genetik/allt.	0	2	0
Lärt sig felaktigt innehåll.	0	3	3
Inte lärt sig något.	1	1	9

Transkriptionsfaktor är ett begrepp som inte använts i undervisningen varken i biologiklasserna eller i naturkunskapsklasserna. Trots det angav flest biologielever att de lärt sig något om transkriptionsfaktorer medan flest naturkunskapselever angav att de lärt sig något om proteiner eller ingenting. Under intervjuerna framkom dock att biologieleverna hade lärt sig att det fanns något som hette transkriptionsfaktor. Eleverna har dock inte förstått hur transkriptionsfaktorn fungerar eller vad den egentligen är till för.

”Det som är lite dåligt med den här undervisningen är att man inte får lära sig hur egentligen någonting fungerar. Det är som i matten, man bara säger att det funkar såhär, men så får man inte förståelsen.” Ur intervju 1 Naturkunskap klass 2.

”Jag lärde mig om själva processen. Man visste inte hur det såg ut. Om man fått lite mer förklaring skulle det gett ganska mycket mer förståelse. Nu var det mest former och konstiga ord.” Ur Intervju 1 Naturkunskap klass 1.

En del elever, både bland de som läser naturkunskap och biologi, uttryckte i intervjun att simuleringen gett dem en klarare bild.

”Man får en bild av hur det faktiskt fungerar.” Ur intervju 2, Biologi 2b.

Som svar på frågan om eleverna skulle vilja använda simuleringar mer eller mindre under sina kommande två år på gymnasiet svarade en elev följande.

”Mer för komplexa strukturer som man inte riktigt kan se i huvudet, då kan simuleringen vara ett sätt att se den bilden, men det är inte nödvändigt att ha det jämt.” Ur Intervju 2, Biologi 2b.

Svar enligt kategorin felaktigt innehåll förekom endast hos naturkunskapsklasserna och innebär att enkätsvaren har angett något som eleven anser att han eller hon har lärt sig, men som inte är vetenskapligt korrekt. T. ex. förekom svar som ”hur cellerna hänger ihop” och ”Att transkriptionsfaktorer binder ihop polymerer för att till slut skapa protein”.

Svårigheter i lärandet med simuleringen

I enkätsvaren på frågan om något var svårt med simuleringen syntes stor skillnad mellan klasserna som läser biologi och naturkunskap. De flesta biologielever angav att inget

var svårt medan det vanligaste svaret bland naturkunskapseleverna var att det var svårt att komma igång och veta vad man ska göra, som visas i tabell 4.

Tabell 4. Enkät svar kategoriserade efter de upplevda svårigheterna med simuleringen.

	Biologi 1b+2a+2b	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Inget var svårt.	11	2	5
Att veta hur man ska göra/själva simuleringen.	5	6	9
Förstå vad som händer	0	3	5
Nya begrepp (särskilt transkriptionsfaktorerna).	8	4	2
Rörigt, saker flyter	2	0	0
Allt	0	0	2
Övrigt	0	0	4
Inget svar	4	2	0

Att komma igång och att använda simuleringen

I stort sett var simuleringen lätt att använda för eleverna, vilket syntes vid observationen. De som fastnade i något problem löste det efter en stund bara de vågade klicka och prova sig fram. För en del elever var det dock svårt att initialt förstå vad de skulle göra i simuleringen, att de skulle skapa en komplett proteinsamling. Några grupper fastnade i början av uppgiften när de inte kom på hur de kunde komma vidare efter att de använt den negativa transkriptionsfaktorn. Efter uppmaningar om att fortsätta prova sig fram med någon annan biomolekyl kom de snabbt på banan igen.

Under observationen uppmärksammades en skillnad mellan de olika klasserna i elevernas samtal medan de arbetade med simuleringen. I naturkunskapsklasserna pratades det i grupperna mest om var man ska klicka och hur man ska göra för att "klara" själva simuleringen. I biologigrupperna samtalades det däremot mer om kunskapsinnehållet och hur man ska svara på frågorna i uppgiften.

Efter att mRNA tillverkats eller en biomolekyl placerats fritt i simuleringen rör sig dessa objekt slumpmässigt på skärmen. Detta upplevdes som rörigt och distraherande för en del elever samtidigt som det tycks ha gett tankar om verklighetens komplexitet hos andra. På frågan om något skiljer sig mellan simuleringen och bilder i boken svarade en elev:

"Här får man en bild av att allting flyter runt, att allting rör på sig. Så är det väl mer i verkligheten?" Ur intervju 2, Biologi 2a.

Att förstå nya begrepp

I intervjuerna ställdes frågan om det fanns något i simuleringen eleverna inte kände till sedan innan. För biologieleverna var detta den positiva och negativa transkriptionsfaktorn samt mRNA-nedbrytare. För naturkunskapseleverna däremot var allt eller merparten nytt. Det enda som nämndes som begrepp några eller någon naturkunskapselev kände igen var ribosomen och enzymer.

Transkriptionsfaktorerna var enligt intervjuerna svåra att förstå eftersom de var helt nya begrepp. Enligt intervjuer med både biologielever och naturkunskapselever var det särskilt svårt att förstå varför den negativa transkriptionsfaktorn över huvud taget finns med eftersom den inte ser ut att ha någon uppgift. Den hjälper inte till att skapa något protein. Två enkätsvar (Tabell 6) ger också rådet till designern att ta bort den negativa transkriptionsfaktorn från simuleringen.

Att nya begrepp upplevs som en svårighet för eleverna att förstå simuleringen framkommer också i och med att de önskar få begreppen förklarade. Detta önskar de främst genom lärare eller text i simuleringen.

”...man skulle behöva förklara begreppen som stod där nere, regulatorisk region, transkribering.” Ur intervju 2, Biologi 2b.

Att simuleringen och den övriga undervisningen har olika detaljnivå

Eleverna som läser biologi nämnde i intervjuerna flera saker som inte fanns med i simuleringen. Bland dessa var aminosyror, kvävebaser, tRNA, att processen utspelar sig i och utanför cellkärnan och trimning av mRNA.

I intervjuerna med naturkunskapsklasserna var det en elev som kom på något han hade lärt sig men som inte fanns med i simuleringen, nämligen att gränsen mellan cellkärnan och cytoplasman inte fanns med. Simuleringen ansågs av eleven vara för förenklad eftersom den inte har med väsentliga detaljer som cytoplasman och cellkärnan. För honom var detta en svårighet eftersom det innebar att boken visade en modell av verkligheten och simuleringen en annan. Intervjun där detta framkom fortsatte med ett resonemang bland flera elever om svårigheten med att lära sig något förenklat tidigare i skolan för att sedan bygga på den kunskapen. Även om det inte handlar om att ha lärt sig *fel* kunskap tidigare, så ansågs det av eleverna ändå som något negativt att behöva lägga till kunskap sedan.

”...i trean läser man plus och minus, sedan slänger de in addition. Då måste man sitta och tänka ”addition, vilken var det nu igen..”. Visst, det kanske är 5-6 sekunder som jag sitter och tänker på det, men det är fortfarande onödigt och tar bort lite viljestyrka att behöva tänka på det varje dag.” Ur intervju 1 naturkunskap klass 2.

I en av intervjuerna med eleverna som läser biologi kom det fram att just kvävebaserna är en viktig detalj som inte borde ha uteslutits ur simuleringen. Biologieleverna verkar dock inte ha blivit förvirrade av att saker de kände till sedan tidigare inte fanns med i simuleringen. På frågan om simuleringen ändå kunde vara till nytta trots att den är en förenkling ansågs detta stämma främst med tanke på andra elever som ännu inte hunnit lära sig så mycket om processen simuleringen visar. Det uttrycktes också att det för de tillfrågade eleverna själva skulle vara lättare att förstå om simuleringen var mer detaljerad.

”För tillfället är det bara ett komplement till boken.” Ur Intervju 2, Biologi 2a.

En elev som läser biologi föreslog i intervjun att det skulle vara bra att kunna välja nivå i programmet för att ge mer fördjupning där mer detaljer finns med.

Stöd för lärande med simuleringen

Flera elever uppgav i intervjuerna att de hade lärt sig genom att använda simuleringen. Men det var ändå tydligt att ingen tyckte att simuleringen skulle användas som den är, utan hjälp med att förstå innehållet i den. Som en elev uttryckte det i intervjun vid frågan om boken, internet eller något annat behövs till simuleringen när man arbetar med den:

”Något behöver man så att man får veta, och sätta ord på det.” Ur intervju 3, biologigruppen.

Design av simuleringen

Simuleringen och de knapphändiga instruktionerna eleverna fick byggde på att eleverna klickar och provar sig fram för att förstå hur simuleringen fungerar. De allra flesta tyckte att simuleringen var enkel att använda. Detta sades i intervjuerna och kunde ses i observationen

Tabell 5. Enkät svar som visar de råd elever skulle vilja ge designern av simuleringen.

	Biologi 1b+2a+2b	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Inget	5	4	6
Sluta få saker att flyta	4	0	0
Kunna frysa bilden	1	0	0
Mer detaljer	7	0	2
Tydligare att använda	4	5	2
Förklarande text	2	1	7
Mer färg/3D/större	4	2	2
Ta bort negativa transkriptionsfaktorn	0	0	2
Inget svar	5	5	7

Enligt intervjuerna hade flera elever både i biologi- och naturkunskapsklasserna gärna sett en ruta med text som förklarar begrepp som t. ex. ”regulatorisk region” och vad de olika biomolekylerna är för någonting. Även textrutor som poppar upp när man satt en biomolekyl på fel plats i simuleringen ansågs av en del elever skulle vara bra. I textrutan kan det då t. ex. stå en förklaring till varför inte den positiva transkriptionsfaktorn går att sätta i den regulatoriska regionen när en negativ transkriptionsfaktor redan sitter där. Texten skulle då kunna ge instruktioner som att den negativa transkriptionsfaktorn måste flyttas innan man kommer vidare. En elev föreslog i intervjun att simuleringen skulle utformas mer som ett spel som kunde bli ett tävlingsmoment inom klassen. Eleven ansåg att det skulle ge honom mer motivation att lägga tid på uppgiften och ta den mer seriöst.

Genomgång av läraren

Genomgång av läraren är det stöd som i intervjuerna efterfrågas mest och vilket också återspeglas i enkät svaren enligt tabell 6. Flera elever uttryckte att den introduktion de fått till uppgiften var allt för kort och ofullständig. De skulle vilja ha en mer detaljerad genomgång, eventuellt genom att läraren även använder själva simuleringen på storskärm och går igenom den.

Tabell 6. Enkät svar som visar de råd elever skulle vilja ge läraren om att använda simuleringen i en annan klass.

	Biologi	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Förklara begrepp innan	6	3	1
Genomgång, förklara mer	6	10	8
Vara till hands/kunna programmet	4	0	0
Ej använda simuleringen/enda en kort stund	2	0	1
Jobba fritt	1	0	0
Inget svar /inget råd	10	4	14

Tidpunkt för simuleringen i ett lektionsupplägg

Majoriteten elever i samtliga grupper svarade på enkäten att simuleringen skulle passa bäst in efter en genomgång av läraren. Det näst vanligaste svaret enligt tabell 7 var att simuleringen kunde vara själva genomgången om läraren visar på storskärm. Det var ett svar som inte fanns föreslaget i frågan. De svar där det endast står ”genomgång” har placerats i kategorin ”som själva genomgången”, dvs. att läraren visar simuleringen på storskärm och låter den vara grunden för genomgången.

Många elever verkar tycka att genomgång av läraren är nödvändigt för att kunna förstå simuleringen.

”Känns mer som en bra repetitionsgrej när man lärt sig alla begrepp, för att få ihop det och få det att funka”. Ur intervju 2, Biologi 2a.

På intervjufrågan om eleverna har lärt sig något eller om de tror att man kan lära sig något genom att använda simuleringen svarade en elev:

”Ja, men tror det hade varit bättre att ha det efter en genomgång. Vi har ju inte börjat med arbetsområdet så vi har ju inte hunnit prata om det. Om man hade fått gå igenom det på ett annat sätt på datorn först och få sätta sig och prova sedan så hade man lärt sig mer.” Ur intervju 2, Naturkunskap klass 1.

Tabell 7. Enkät svar på frågan om eleverna skulle vilja att läraren använder simuleringen som introduktion, som en paus i en genomgång eller efter en genomgång.

	Biologi 1b+2a+2b	Naturkunskap klass 1	Naturkunskap klass 2
Efter genomgång	21	11	18
Som själva genomgången	2	1	5
Som paus i genomgång	6	1	3
Som introduktion	1	3	4
Som test/inför prov/repetition	3	0	1
Inget svar/bör ej användas	1	1	1

Läroboken som referensmaterial

Genomgång av läraren var den form av stöd som till störst del ansågs vara till hjälp enligt intervjusamtalen. Men även läroboken diskuterades i flera intervjuer efter följdfrågor av intervjuaren om vilka fler stöd som kan vara av nytta för eleverna i att arbeta med simuleringen. I intervjuerna med elever som läser naturkunskap var det två elever som tyckte att boken kunde vara ett stöd. En annan elev invände att det inte skulle ha hjälpt att få använda boken eftersom det är olika begrepp som används i boken och i simuleringen och att det därför är svårt att koppla ihop dessa olika representationer. I en annan intervju påpekade en elev att boken inte hade behövts om de haft en genomgång innan de arbetade med simuleringen. Även i biologigruppen var det ett fåtal elever som tyckte att boken kunde ha varit till hjälp, särskilt för någon som ska lära sig det simuleringen handlar om för första gången.

Det observerades att en del elever använde internet för att få förklaringar om begreppen i simuleringen. I intervjun togs detta upp och eleverna tillfrågades om de tycker att internet är ett bra stöd att ha tillgång till när de arbetar med simuleringen. Så var inte fallet. Eleverna tyckte inte att internet var ett bra stöd och föredrog att läraren går igenom och förklarar istället.

”...Man kan få väldigt många svar på internet. Det är bra att alla har en bok eller att man hänvisar till en sida (på internet).” Ur intervju 2 naturkunskapsklass 1.

Sammanfattning av resultatet

Många elever är positivt inställda till att använda simuleringar i undervisningen eftersom det är roligt och ger variation i undervisningen. Simuleringen verkar kunna vara till hjälp med att ge elever en bild av händelseförloppet som visas, men har inte gett någon djupare förståelse av vad som faktiskt händer. Den vanligaste svårigheten som upplevdes hade att göra med vad man skulle göra i simuleringen, särskilt i början när man kom igång. Att förstå nya begrepp upplevdes också som svårt. Det stöd som flest elever skulle vilja ha för att förstå simuleringen bättre är att läraren förklarar i en genomgång. Mer information om vad som händer i form av textutor i simuleringen önskades också.

Diskussion

Simulering som komplement i undervisningen

Att simuleringen till stor grad upplevs som ett roligt inslag i undervisningen som ger variation är ett gott skäl till att använda liknande verktyg. Variation verkar vara motivationshöjande för eleverna och kan i sig också ha positiva effekter på lärande. Enligt Rundgren och Tibell (2010a) skapar eleven en erfarenhetsbaserad kunskapsbas när han eller hon erfar ett fenomen på olika sätt. Till den kunskapsbasen kan sedan eleven relatera nya erfarenheter och fenomen (Rundgren & Tibell 2010a).

Elevernas uppfattningar visar att simuleringen främst verkar ha en potential i att ge en bild på hur ett händelseförlopp går till. Forskning visar också att det är vad dynamiska processer eller komplicerade händelseförlopp som simuleringar med fördel kan användas till för lärande (Rundgren & Tibell 2010a; Ploetzner et al. 2008). Det är dock tydligt i den här studien att vad eleverna vill ha är en förklaring på vad som händer och vad olika begrepp är för någonting. Den här förklarande funktionen fylls bäst av läraren och i andra hand genom texttrutor som poppar upp i simuleringen. Simuleringen kan därför endast ses som ett komplement i undervisningen, som syftar till att ge bilder som stödjer vad eleven främst lär sig genom lärarens genomgång.

Valet av simulering

Vikten av att elever får träna upp sin representationskompetens är stor, men även lärare behöver utvecklas i sin representationskompetens (Bohlin 2017). En god representationskompetens hos lärare innebär bland annat en medvetenhet om vad för representationer som väljs ut för undervisningen. Det är enligt Rundgren och Tibell (2010a) viktigt att den valda representationen stämmer överens med lärandemålen och att den sätts i ett sammanhang. Till lärarens representationskompetens hör också en medvetenhet om vilka styrkor och begränsningar representationen har (Bohlin 2017). Den här studien har visat att det är en fördel om detaljnivån samt bilder och begrepp i representationen som väljs ut stämmer överens med den övriga undervisningen. Det har dock i förarbetet till den här studien visat sig att det är väldigt svårt och tidskrävande att hitta visuella representationer på internet som liknar de representationer som finns i elevernas läroböcker. Läraren behöver därför vara medveten om skillnader mellan olika representationer och möjliga tolkningssvårigheter de kan innebära.

Att en simulering till viss del skiljer sig från bilder i läroboken behöver dock inte automatiskt diskvalificera den simuleringen från att användas. Olika representationer skulle istället med fördel kunna användas som övningar i strategier för att öka elevernas representationskompetens, i linje med argumentationen av Schönborn & Anderson (2006) och Ploetzner et al. (2008). Läraren kan då föra ett resonemang tillsammans med

eleverna om hur man kan ”läsa” simuleringen och jämföra den med bilder i läroboken. Det blir en övning i vad Gilbert (2005) kallar för att metavisualisera, en viktig del i representationskompetensen. Läraren kan t. ex. förklara att representationer är förenklingar av verkligheten och tillsammans med eleverna identifiera vad som är förenklat i just den representationen jämfört med andra.

Synpunkter på designen

Den svårighet som en del elever upplevde med att komma igång med simuleringen skulle delvis kunna förklaras av att det i den muntliga instruktionen inte sades i varje klass att man i simuleringen ska se till att få en komplett proteinsamling. Den instruktionen fick alla grupper skriftligen på stencilen med frågorna till lektionsuppgiften. Förmodligen är det information som inte nått fram till alla elever. Observationen visade dock att det för de flesta inte var några problem att förstå hur simuleringen användes. Det kan vara orsaken till att så många elever inte har svarat alls eller angett ”inget” som svar på enkätfrågan om vilka råd de skulle ge designern av simuleringen. De råd som eleverna gav handlar om att kunna pausa simuleringen och att reglera svårigheten och att mer vägledning i form av förklarande text skulle behöva finnas i simuleringen. Detta är synpunkter som ligger i linje med principerna om segmentering och guidat upptäckande (Plass et al. 2009). En del elever önskar också mer detaljer vilket skulle kunna bero på att de önskar en bättre överrensstämning med deras förkunskaper eller att de skulle vilja få en bättre förståelse över vad som händer. Förenkling i för stor grad kan vara ett problem som hör till vanliga fallgropar i designen av simuleringar. Enligt Brescianil och Eppler (2015) kan det leda till en förvriddning av kunskapsinnehållet så att eleverna inte lär sig det som var tanken med simuleringen. Transkriptionsfaktorerna kan däremot vara ett alltför komplext element i simuleringen som egentligen är onödigt eftersom begreppet inte tas upp i elevernas övriga undervisning.

Simuleringen behöver förklaras

Vad eleverna faktiskt upplevde att de har lärt sig skiljer sig åt mellan biologiklasserna och naturkunskapsklasserna. Biologiklasserna har främst uppgett att de lärt sig nya begrepp, vilket också forskning visar är en utmaning i lärandet av molekylärbiologi (Knippels 2002). Det visade sig dock i intervjuerna att eleverna egentligen hade lärt sig nya *ord* (transkriptionsfaktor) och inte fått förståelse för dess roll i processen som simuleringen visar. Som en viktig designfaktor av simuleringar redogör Plass et al. (2009) för att information lättare tas emot i bildform än i text. I den här studien, när det gäller för eleverna att även förstå hur någonting fungerar, tycks det dock vara viktigt för eleverna att sätta ord på det de ser i bilder. Eleverna önskar stöd av läraren att i genomgång förklara vad som händer. Flera elever vill också ha mer förklarande text i simuleringen. Att lärarens förklaring i ord är ett viktigt stöd visas tydligt i vad

naturkunskapseleverna uppgav i enkäten. Många hade lärt sig om proteiner. Det kan bero på att det förklarades lite mer i introduktion för naturkunskapsklasserna än i biologiklasserna om vad proteiner är och har för funktioner i kroppen. Det naturkunskapseleverna upplever att de har lärt sig om verkar alltså vara kunskap som förmedlats i en genomgång.

Fler naturkunskapselever än biologielever har i enkätsvaren uppgett att de inte lärt sig något eller att det var svårt att förstå vad som hände i simuleringen. Detta kan vara direkt kopplat till förkunskaper, som enligt Schönborn och Anderson (2010) är en viktig faktor som påverkar representationskompetensen. Att de flesta elever önskar en genomgång innan de använder simuleringen kan också tyda på att mer förkunskaper skulle ge en bättre förståelse av simuleringen.

Metodens begränsningar och förtjänster

Kombinationen av metoder som använts ger ett brett empiriskt material som grund för studien. Trots det finns det begränsningar i tillförlitligheten av resultatet. All data som samlas in genomgår en tolkningsprocess (Johansson & Svedner 2010) och det bedöms vara den största begränsningen i den här studien. Möjliga feltolkningar kan uppstå under kategoriseringen av enkätsvaren. Att elever inte har svarat på en fråga kan för eleverna betyda att de är nöjda, som t. ex. vid frågan om det var något som var svårt med simuleringen (fråga 2 Bilaga 2). Svaren har då kategoriserats som ”inget svar” och inte som ”inget”, som diskuterats ovan angående simuleringens användarvänlighet. Det kan också uppstå feltolkningar av frågor. Frågan ovan kan t. ex. tolkas på två sätt. Antingen kan eleven uppfatta att frågan handlar om vad som var svårt att *förstå* i simuleringen, eller vad som var svårt med att *använda* simuleringen. Om eleven uppfattat frågan enligt det första alternativet kanske svaret blir ”transkriptionsfaktorn” medan det skulle bli ”inget” om eleven uppfattat frågan enligt det senare alternativet.

Under en intervjusituation sker också tolkningar som kan komma att styra samtalet och därmed svaret. Beroende på hur intervjuaren har tolkat elevernas svar i intervjun har följdfrågor ställts, vilket ger samtalet en riktning. Eleverna tolkar också situationen i sig och kan tänkas ge svar som de tror ska vara önskvärda av intervjuaren eller kamrater. Fördelen med den gruppsamtalskaraktär som intervjuerna haft är att det skapar en mer lättsam stämning än om eleverna hade suttit två stycken med intervjuaren. Det ger också eleverna möjlighet att respondera på varandras synpunkter. Förhoppningen är att fler nya synpunkter kan få komma fram på detta sätt. Dynamiken i gruppen gör också att vissa elever kommer till tals medan andra sitter tysta. Eleverna i gruppen har relationer och roller i förhållande till varandra som intervjuaren är omedveten om (Johansson & Svedner 2010). Vid de intervjuer där enstaka personer har dominerat samtalet har intervjuaren försökt styra så att fler får komma till tals. Det är dock en balansgång eftersom eleverna deltar frivilligt och måste få lov att sitta tysta om de inte vill säga något.

Den muntliga instruktionen gjordes med noggrannhet så lik som möjligt vid varje lektionstillfälle. Trots det förekom små skillnader i hur syftet med lektionen eller innehållet presenterades vilket kan ha påverkat elevernas motivation eller upplevelser. Samtliga klasser upplystes om att deras ordinarie lärare inte kommer att läsa deras svar vare sig på uppgiften eller enkäten. Det skulle kunna ha en påverkan på hur seriöst eleverna tagit uppgiften och hur noga de varit med att svara på enkäten. Bortfallet i enkätsvar var litet och bör inte tillmätas någon större betydelse. De mönster som framkommit i databearbetningen styrks av att de framträtt i flera metoder. T. ex. har elevernas enkätsvar om att det varit roligt att arbeta med simuleringen också varit svar som kommit upp i intervjuerna samt observerats under lektionen.

Implikation

Vissa trender fanns i samtliga grupper och skulle därför kunna gälla generellt. Till dessa trender hör att det av många elever upplevs som roligt att arbeta med simuleringen och att genomgång av läraren är ett viktigt stöd. Det är dock viktigt att komma ihåg att studien endast gjorts på en skola och att de allra flesta elever inte hade någon tidigare erfarenhet av simuleringar i undervisningen. Eleverna har också endast uttalat sig om en simulering. Simuleringen är interaktiv och kan upplevas likna ett spel. Det gör att eventuell generaliserbarhet endast skulle gälla simuleringar som är uppbyggda på liknande sätt.

Resultatet av den här studien visar att simuleringar är att rekommendera som komplement i undervisningen om de väljs ut i enlighet med kunskapsmålen, stämmer med övriga representationer i undervisningen och förklaras ingående av läraren.

Referenser

- Brescianil, S., Eppler, M. J. (2015). The Pitfalls of Visual Representations: A Review and Classification of Common Errors Made While Designing and Interpreting Visualizations. *SAGE Journals*. October-December 2015:1-14. doi: 10.1177/2158244015611451
- Bohlin (2017). Artikel från Skolverkets lärportal ”Modeller och representationer”. Hämtad från https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/2-natur/Gymnasieskola/507-Modeller-och-representationer/del_01/Material/Flik/Del_01_MomentA/Artiklar/MGy_01A_02_KartBarn.docx
- Degerman, M. S., Larsson, C., Anward. (2012). When metaphors come to life: at the interface of external representations, molecular processes and student learning. *International Journal of Environmental and Science Education*. (7), 4, 563-580. <http://dx.doi.org/>
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. *Visualization in science education* (s. 9-27). Dordrecht: Springer. Hämtad från <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.6589&rep=rep1&type=pdf>
- Johansson, B., Svedner, P-O. (2010) *Examensarbete i lärarutbildningen. Undersökningsmetoder och språklig utformning*. Upplaga 5. Uppsala: Kunskapsföretaget.
- Knippels, M. (2002). Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education -The yo-yo learning and teaching strategy. *Dissertation Utrecht: CD-β Press*. Hämtad från <https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/219/full.pdf>
- Plass, J., Homer B., Hayward E. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *J Comput High Educ*. Doi:10.1007/s12528-009-9011-x.
- Ploetzner, R., Lippitsch, S., Galmbacher, M., Heuer, D., Scherrer, S. (2008). Students' difficulties in learning from dynamic visualisations and how they may be overcome. *Computers in Human Behaviour* 25 (2009) 56-65. Hämtad från <http://www.csuchico.edu/~nschwartz/Ploetzner%20Lippitsch%20Galmbacher%20Heuer%20Scherrer.pdf>
- Rundgren, C-J, Tibell, L. (2010a). Critical Features of Visualizations of Transport through the Cell Membrane: An Empirical Study of Upper Secondary and Tertiary Students' Meaning-Making of a Still Image and an Animation. *International Journal of*

Science and Mathematics Education, (8), 2, 223-246. Hämtad från <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-009-9171-1>

Rundgren, C-J, Tibell, L. (2010b). Educational Challenges of Molecular life Science: Characteristics and Implications for Science and Research. *CBE Life Sci Educ.* 9(1): 25–33. doi:10.1187/cbe.08-09-0055

Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2006). The importance of visual literacy in the education of biochemists. *Biochemistry and Molecular Biology Education.* 34(2), 94-102. Hämtad från <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bmb.2006.49403402094>

Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2010). Bridging the Educational Research-Teaching Practice Gap – Foundations for assessing and developing biochemistry students' visual literacy. *Biochemistry and Molecular Biology Education.* 38(5), 347-354. Hämtad från <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bmb.20436>

Schönborn. (2017). Representationskompetens – förmågan att använda modeller och representationer. Ur Skolverkets lärportal "Modeller och representationer". Hämtad från https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/2-natur/Gymnasieskola/507-Modeller-och-representationer/del_08/Material/Flik/Del_08_MomentA/Artiklar/MGy_08A_01_Rep_Kompetens_Formaga.docx

Skolverket (2011). Ämnesplan biologi. Hämtad från <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/bio>

Skolverket (2017). Ämnesplan naturkunskap. Hämtad från <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/nak>

Thörne, K., Gericke, N. (2013). Teaching Genetics in Secondary Classrooms: a Linguistic Analysis of Teachers' Talk About Proteins. *Research in Science Education* (2014) 44:81–108. doi:10.1007/s11165-013-9375-9

University of Colorado. Hämtad 2018.04.30 från <https://phet.colorado.edu/en/research>

Bilaga 1. Lektionsuppgift

Skapa en komplett proteinsamling, svara sedan på frågorna nedan.

1. Vad är den blå-rosa dubbelspiralen? Vad gör den?
2. Varför ser proteinerna olika ut?
3. Beskriv så detaljerat ni kan vad som behöver hända för att ett protein ska skapas.
4. Vad är skillnaden på gen 1, gen 2 och gen 3? Ge minst två svar!
5. Försök förklara vad en transkriptionsfaktor är?
6. Vad är proteiner uppbyggda av?

Bilaga 2. Enkät

Frågor om övningen

1. Har ni lärt er något med simuleringen som ni inte visste tidigare? I så fall vad?

2. Var det något som var svårt i simuleringen? I så fall vad?

3. Tänk dig att den här simuleringen ska användas i undervisningen för en annan klass...

a) När skulle den passa in i undervisningen. Som introduktion, som ett ”break” i en genomgång, eller efter att läraren förklarat?

b) Vad för råd skulle du ge...

...designern av simuleringen?

...läraren?

(vänd)

4. Skulle du rekommendera att använda simuleringen i undervisningen?
Förklara hur du tänker kring det.

Bilaga 3. Intervjuguide

1. Har ni arbetat på det här sättet, med simuleringar, tidigare?
2. Spontant, hur var det?
3. Har ni lärt er något? /Kan man lära sig något på det här sättet?
4. Var frågorna på stencilen till hjälp när ni arbetade med simuleringen? Skulle ni vilja ha mer eller mindre frågor?
5. Känner ni igen någon av biomolekylerna innan? Vad vet ni om den?
6. Finns det något ni lärt er tidigare som saknas i den här simuleringen/som inte finns med?
7. Finns det något som är konstigt i den här simuleringen, utifrån er bild av genuttryck?
8. Skulle ni vilja använda simuleringar mer eller mindre i undervisningen? Förklara.