



Högskolan
Kristianstad

Högskolan Kristianstad

291 88 Kristianstad

044 250 30 00

www.hkr.se

**Självständigt arbete (examensarbete), 15 hp, för
ämneslärarexamen med inriktning mot biologi och kemi
VT 2022
Fakulteten för Lärarutbildning**

Fotosyntes i läromedel

**En kvalitativ innehållsanalys av Iris Biologi 2
Caspar Wandér**

Författare

Caspar Wandér

Titel

Fotosyntes i läromedel: En kvalitativ innehållsanalys av Iris Biologi 2

Engelsk titel

Photosynthesis in textbooks: A qualitative content analysis of Iris Biologi 2

Handledare

Lotta Leden

Examinator

Kristina Juter

Bedömande lärare

Elisabeth Einarsson

Sammanfattning

Det finns en forskningsbrist angående hur svenska gymnasieläromedel behandlar kunskapsområdet fotosyntes. Detta arbete ämnar därför presentera och diskutera detta område med ett exempel i form av en läromedelsanalys av läromedlet Iris Biologi 2 av Henriksson och Gleerups (2013). Det övergripande syftet med detta arbete är således att belysa eventuell problematik om hur läromedlet i fråga presenterar fotosyntesen, och därigenom möjliggöra jämförelser med liknande läromedel och förhoppningsvis hjälpa pedagoger motverka eventuell problematik. Läromedelsanalysen är indelad i tre större kategorier: läromedlets struktur, begrepp, och vilka föreställningar om fotosyntesen som kan kommuniceras. För att möjliggöra analysen kommer aktuell forskning åberopas. Arbetets slutsats är att det finns risk för viss problematik i läromedlet, framförallt i dess struktur, och att det är rimligt att använda denna analys för att jämföra och därmed belysa andra läromedel. Läromedlets eventuella för- och nackdelar diskuteras, och anses vara realistiska för en pedagog att bli medveten om och därmed arbeta med. Arbetet avslutas med konkreta rekommendationer hur undervisning med hjälp av läromedlet, och liknande läromedel, kan ske.

Ämnesord

Fotosyntes, Framställningar, Föreställningar, Kommunikation, Presentation, Läromedel, Gymnasieskola

Author

Caspar Wandér

Title

Photosynthesis in textbooks: A qualitative content analysis of Iris Biologi 2

Supervisor

Lotta Leden

Examiner

Kristina Juter

Grading professor

Elisabeth Einarsson

Abstract

There is a lack of research regarding how Swedish upper secondary school textbooks discuss the field of knowledge related to photosynthesis. For this reason, it is this work's intent to introduce and discuss this field, in the form of a textbook analysis of the book *Iris Biologi 2* by Henriksson and Gleerups (2013). The overarching goal of this work is in other words to illuminate any eventual problems with the textbook in question, and therefore enable comparisons to be made to other similar textbooks. Hopefully this can enable educators to work preventatively. The analysis is divided into three major categories: the books' structure, what specific words it uses to discuss photosynthesis, and what conceptions about photosynthesis may communicate. To enable this analysis, relevant research will be used. It is concluded that there is some risk that the textbook possibly poses problems, mostly in regards to its' structure, and that it is reasonable to use this analysis to compare and shed light on other similar textbooks. Possible benefits and drawbacks of the textbook are discussed, and are deemed reasonable for an educator to be made aware of and therefore work with. The work ends with specific recommendations for how education with the aid of the textbook, and similar textbooks, might be undertaken.

Keywords

Photosynthesis, Conceptions, Presentations, Communication, Textbooks, Upper secondary school

Innehåll

Inledning.....	6
Syfte.....	8
Forskningsfrågor.....	9
Teori och bakgrund.....	9
Struktur.....	11
Begrepp.....	11
Föreställningar.....	13
Materia och gaser.....	14
Transformation.....	15
Metod.....	16
Urval av läromedel.....	18
Pilotstudie.....	18
Begränsningar.....	19
Etik.....	20
Resultat.....	21
Struktur.....	21
Begrepp.....	24
Förkortningar.....	24
Mörkerreaktionen.....	24
Koldioxidbindande reaktionen.....	24
Glukos.....	25
Andra begrepp.....	25
Föreställningar.....	25
Diskussion.....	28
Begrepp.....	28
Struktur.....	29
Föreställningar.....	30
Slutsatser.....	31
Rekommendationer.....	32
Referenser.....	33

Inledning

If I had to reduce all of educational psychology to just one principle, I would say this: The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly (Ausubel 1968, s. 5).

Citatet ovan är från David Ausubel, forskare inom pedagogisk psykologi. Han sa detta redan 1968 i sin bok *Educational Psychology: A Cognitive View*. Vad elever kan, vilken kunskap de har med sig in i undervisningen, har alltså länge förstått som viktigt. Under min första VFU-period blev detta tydligt även för min del. Det jag blev särskilt intresserad av var dock inte bara elevers förkunskaper – utan deras synsätt eller tankar, deras *föreställningar*. Det följde snabbt att det var föreställningar kring ”bryggan mellan det levande och icke-levande”, så som Dimec och Strgar (2017) uttrycker det, som fascinerade mig mest. Denna brygga är *fotosyntesen*, och likt mig uttrycker Dimec och Strgar (2017, s. 49) stort intresse för denna biokemiska process:

Photosynthesis is the most important biochemical process on Earth. Most living beings depend on it directly or indirectly. Knowledge about photosynthesis enables us to understand how the world functions as an ecosystem and how photosynthesis acts as a bridge between the non-living and living worlds.

Under min utbildnings flera didaktikkurser framkom det vid ett flertal tillfällen att elevers föreställningar är ett område som länge har varit aktuellt för forskning. Ändock är forskningen på många sätt begränsad. Till exempel fokuserar forskningen sällan på gymnasieskolan; i de allra flesta fall utgör forskning angående gymnasieskolan bara en del av studien. En övervägande del av forskningen behandlar uteslutande grundskolan, och ofta är den även begränsad till särskilda områden och fenomen. Av denna anledning ansåg jag att en kunskapsöversikt och senare empirisk studie behövdes. Eftersom min utbildning är inriktad mot gymnasieskolan valde jag vid detta skede att undersöka gymnasieelevers föreställningar inom biologi, men detta förändrades tidigt. Detta eftersom en tidig ambition jag hade med detta arbete och de senare empiriska studierna var att bidra med ny kunskap. Med denna ambition fortfarande i åtanke valde jag, efter inledande sökning och handledning, att välja ett nytt fokus; ett område som är mindre utforskat. Jag valde att undersöka *hur fotosyntes framställs i gymnasieläromedel*. Allt eftersom arbetet fortskred märkte jag att vetenskapliga rön, studier och tankar om föreställningar återkom i de material jag kom i kontakt med. Jag kände därmed att det

inte var gångbart att ignorera föreställningar i en sådan analys. Det blev naturligt att inkludera dem; jag anser att de är relevanta, och de kan även utgöra en grundförståelse för fortsatt diskussion. På liknande sätt märkte jag att ytterligare två kategorier ofta framkom i relevant forskning; många studier behandlade vilka *begrepp* som används för att kommunicera fotosyntesen, och likaså hur kunskapsområdet är *strukturerat*. Av denna anledning valde jag att utföra en läromedelsanalys med dessa tre kategorier i fokus: föreställningar, begrepp och struktur.

Att ha en förståelse om just vad det är för föreställningar elever har underlättar arbetet med att förstå moderna teorier (exempelvis, om en elev förstår koldioxid som en 'osynlig kraft' istället för en gas med partikulär natur är det svårt för eleven att resonera kring växters tillväxt). Det ter sig självklart att det är viktigt för pedagoger att förstå vilka föreställningar elever håller för att kunna arbeta för en mer givande utbildning. Det finns flertalet studier som tyder på att det finns föreställningar inom biologi som gynnar eller missgynnar utökad förståelse – de fungerar som 'gatekeepers' (Andersson et al. 2003; Sjøberg 2009; Stavy, Eisen & Yaakobi 1987; Reiss 2011; Skolverket 2003; Eskilsson 2001; Carlsson 2002). Det finns även studier som tyder på att föreställningar kommer från andra håll än skolan, och att de är svåra att bli av med om man inte explicit arbetar med dem (Helldén & Solomon 2004; Smith & Lott 1983; Özay & Öztaş 2010). Detta är värt att betona: för en mer givande biologiundervisning är det nödvändigt att arbeta med föreställningar.

Det är alltså inte bara intressant, utan ytterst viktigt att studera elevers föreställningar för att kunna genomföra och utveckla en god biologiundervisning. Det är min åsikt att arbetet med att förstå föreställningar aldrig kan vara komplett om man ej tar i hänsyn var de kommer ifrån och hur de kan påverkas, något som även uttrycks av Selander och Kress (2010), Smith och Lott (1983) och Persson (2015). Persson (2015), men även Bergqvist (2017) och Storey (1989), lyfter att undervisning och läromedel spelar en central roll i utvecklandet och bearbetandet av föreställningar. Persson (2015) menar att undervisningen behöver hjälpa eleven med en reflekterande granskning av världen och världens formulerare; läromedel bidrar en del av hur eleven får världen formulerad för sig. Bergqvist (2017) trycker på vikten av att belysa den problematik som kan finnas i läromedel. Hon visar att många pedagoger är omedvetna om hur läromedel kan påverka elevers förståelse. Wynn, Pan, Rueschhoff, Herman och Archer (2017) uttrycker något

liknande. De menar att det finns gott om forskning som behandlar föreställningar och läromedel ur ett normkritiskt perspektiv, men att det finns ett behov av forskning om kopplingen mellan föreställningar och läromedel som fokuserar på naturvetenskaplig förståelse.

Flera studier tyder på att hur fotosyntesområdet är strukturerat, både i läromedel och undervisningen som helhet, kan påverka elevers förståelse (Persson 2015; Sjøberg 2009; Rohrer 2012). Vilka begrepp som används för att kommunicera fotosyntesområdet verkar också vara avgörande för att underlätta en korrekt förståelse (Storey 1989; Rohrer 2012).

Eftersom tidigare diskuterad forskning tyder på att läromedel är en fundamental del av undervisning, och då forskningen sällan behandlar Sveriges gymnasieskolor och deras läromedel, ämnar detta arbete beskriva just detta. En läromedelsanalys, baserad på aktuell forskning och tidigare kunskapsöversikt, utförs och beskrivs.

Sammanfattningsvis:

Precis som vi behöver förstå elevers föreställningar, behöver vi även förstå vad föreställningar grundar sig i och hur de utvecklas. Det är även viktigt att pedagoger har i åtanke hur läromedel väljer att strukturera fotosyntesområdet och vilka begrepp som används i dessa texter. Med detta i åtanke är det nödvändigt att behandla läromedel – vad och hur läromedlen kommunicerar. Detta inte bara för att 'rätta till fel', utan kanske framförallt för att förebygga dissonans mellan tidigare föreställningar och läromedel, samtidigt som man kan bli mer medveten om hur struktur och begrepp kan användas för att gynna lärande.

Arbetet består av en analys av gymnasieläromedlet *Iris Biologi 2* av Anders Henriksson och Gleerups Utbildning AB (2013). Läromedlet i fråga är utvalt på grund av att det är modernt och förekommande i Sveriges gymnasieskolor, och kan således analyseras för att få användbara och yrkesnära insikter.

Syfte

I detta arbete ämnar jag beskriva *hur fotosyntes kan framställas i moderna svenska gymnasieläromedel*. Arbetet kommer att resonera kring och analysera det valda läromedlet utifrån ett fokus på *föreställningar, struktur* och vilka *begrepp* som används

för att diskutera fotosyntesen. För att möjliggöra detta kommer aktuell forskning åberopas.

Det är inte arbetets ambition att med säkerhet visa på vilka läromedel som är 'bra' och bör användas, utan snarare att bidra till att fylla den kunskapslucka som finns angående Sveriges gymnasieläromedel. Målet är således att *belysa eventuell problematik* i hur gymnasieläromedel kan behandla området fotosyntes. Läromedlet i fråga kommer användas som ett exempel för att, förhoppningsvis, möjliggöra mer generella resonemang. Det är min förhoppning att man därmed kan göra pedagoger mer medvetna om denna problematik – och då undvika den och arbeta för en mer givande, och mer ändamålsenlig, biologiundervisning.

Forskningsfrågor

- Hur behandlar läromedlet Iris Biologi 2 (Henriksson & Gleerups AB 2013) området fotosyntes?
- Vilken eventuell problematik inom läromedlets struktur, begreppsanvändande och kommunikation av föreställningar finns i detta läromedel?
- Hur kan pedagoger arbeta med läromedel som behandlar fotosyntesområdet på ett problematiskt sätt med avseende på struktur, begrepp och/eller föreställningar?

Teori och bakgrund

Detta stycke ämnar beskriva hur läromedelsanalysens teoriram är utformad samt den relevanta forskning som behandlar arbetets tre huvudkategorier (struktur, begrepp och föreställningar).

Eftersom det i nuläget inte finns en vedertagen teoriram för en läromedelsanalys som har ett fokus på, och utgående från, föreställningar, har denna analys utförts med hjälp av en samling studier och deras respektive teorier. I kommande stycke följer en överblick och förklaring av dessa, som tillsammans utgör den teoriram som denna studie använt sig av. Det teoretiska ramverks som denna analys använder sig av är därmed till stor del egenutformad. Analysmetodens kärna är inspirerad av Hsieh och Shannons (2005) tankar och rekommendationer kring innehållsanalyser. Läromedelsanalysens teoriram består av tre större delar: *struktur*, *begrepp* och *föreställningar*. Fokuset på dessa tre områden

kristalliserades under arbetet med tidigare kunskapsöversikt; i relevant forskning och teoriramar upplevde jag att idéer kring dessa tre kategorier återkom. Hsieh och Shannon (2005) menar att användandet av i forskning återkommande eller viktiga koncept kan bidra med struktur för en innehållsanalys. Som tidigare nämnt menar de även att struktur kan vara användbar, till och med nödvändig, för en kvalitativ innehållsanalys eftersom denna annars kan bli intetsägande, ofokuserad eller för bred. ”Existing theory or research can help focus the research question.” (Hsieh & Shannon 2005, s. 1281). I och med detta anser jag att kategorierna struktur, begrepp och föreställningar kan utgöra en användbar och meningsfull grund för läromedelsanalysen.

Denna studies läromedelsanalys är utformad som en kvalitativ innehållsanalys. Detta eftersom forskning som använder sig av detta tillvägagångssätt fokuserar på språk och kommunikation, samt de implicita budskap som ryms i texter (Hsieh & Shannon 2005; Weber 1990), vilket lämpar sig väl för en läromedelsanalys vilken har för avsikt att behandla föreställningar. Med avseende på läromedlets struktur så är analysen delvis baserad på kvantitativa data så som textmängd, styckesindelning och antal bilder. Läromedelsanalysen är en subjektiv tolkning baserad på tidigare kunskapsöversikt och aktuell forskning. Som Hsieh och Shannon (2005) beskriver i *Three approaches to qualitative content analysis* så kan denna typ av analys vara väl anpassad för att undersöka texter då man har som mål att komma åt en texts kontext, konsekvenser, föreställningar och/eller implicita budskap. Detta till skillnad från andra analysmetoder som strävar efter ett mer objektivt tillvägagångssätt genom att till exempel räkna ord eller ’rätta till fel’. En konventionell innehållsanalys har oftast som resultat och mål att utveckla en idé eller en modell (Lindkvist 1981). En kvalitativ innehållsanalys, däremot, kan således sägas vara en form av kontextmedveten analys. Analytikern fokuserar på implicita budskap och språkets karaktär med målet att subjektivt tolka en text med hjälp av tidigare forskning och *kategorier*. Weber (1990) menar att en kvalitativ innehållsanalys bör använda sig av effektiva kategorier för att analysera text. Detta eftersom, som även Hsieh och Shannon (2005) beskriver, innehållsanalysen annars riskerar att bli intetsägande. Av denna anledning har jag valt att behålla de kategorier som kristalliserades och var återkommande i forskningen som behandlades i tidigare kunskapsöversikt: *struktur, begrepp* och *föreställningar*. Detta arbetes läromedelsanalys kommer således vara delvis styrd av relevant forskning som gav upphov till analysens tre kategorier. Hsieh och Shannon (2005) beskriver detta tillvägagångssätt som en ”*directed*” (sv. styrd) innehållsanalys.

I följande stycke diskuteras forskning angående läromedel och hur de kan relatera till dem tre ovannämnda kategorierna. Denna forskning står till grund för detta arbetes läromedelsanalys. Mer specifikt så användes denna forskning framförallt för att skapa analysens fokus, det vill säga *vad* som analyseras: struktur, begrepp och föreställningar. *Hur* analysen är upplagd och utförd har sin grund i denna forskning, men är primärt inspirerat av Hsieh och Shannons (2005) tankar om styrda innehållsanalyser.

Struktur

Rohrer (2012) menar att strukturen i läromedel kan vara avgörande för en korrekt förståelse. Inte bara kan ”*interweaving*” (sammanflätning) av kunskapsområden bidra till en korrekt och mer holistisk förståelse, strukturen kan även verka förebyggande i relation till icke-naturvetenskapliga föreställningar (Rohrer 2012). Rohrer påpekar att naturvetenskapsläromedel ofta presenterar information på ett sätt som gör att elever inte lär sig skilja på kunskapsområdena – att de med hjälp av gammal kunskap ej kan förvärva ny, eftersom kunskaperna är ’separerade’. Han kallar detta ”*blockage of exposure*”. Rohrer summerar sina tankar om *blockage* på detta vis: ”errors occur more frequently when all exposures to one of the concepts are grouped together”. Det vill säga, om läromedel är strukturerade på ett sätt som håller kunskapsområden ’separata’, så blir risken för ett försämrat lärande större. Rohrer (2012) använder celldelning (begreppen meios och mitos) som ett exempel på ett kunskapsområde där *interweaving* verkar ha gynnat lärande. Genom att behandla meios och mitos för att sedan låta denna information återkomma vid senare tillfällen, både tillsammans och individuellt, så var det en större andel elever som korrekt kom ihåg och förstod detta kunskapsområde.

Ett läromedel med mindre *blockage* (det vill säga mer *interweaving*) skulle låta kunskapsområden vara sammanflätade och återkommande. Sjøberg (2009) skriver något liknande: att läromedels struktur kan bidra till att kunskap blir ’isolerade öar’ istället för kompletta bilder av verkligheten.

Begrepp

Direkt kopplat till läromedlens svårigheter att presentera en helhetsbild är att de ofta separerar *begrepp*. Gymnasieläromedel använder ofta naturvetenskapens vedertagna begrepp, men på ett vilseledande sätt eller vid fel tillfälle (Storey 1989). Rohrer (2012) menar att separation av relaterade begrepp, eller användandet av vilseledande begrepp,

kan bidra till att eleven börjar förstå informationen med ett felaktigt antagande. Detta kan vara början på en icke-naturvetenskaplig föreställning (Storey 1989) – och som tidigare diskuterat, när en föreställning har formats är den svår att bearbeta (Helldén & Solomon 2004; Özay & Öztaş 2010). Storey (1989) och Rohrer (2012) lyfter flera begrepp som de anser kan verka missgynnande för en korrekt förståelse. Bland annat nämns ”mörkerreaktionen” som ett vilseledande begrepp, eftersom reaktionen är ljusberoende (Storey 1989). Ett alternativt begrepp, ”koldioxidbindande reaktion” lyfts av Storey (1989), men även detta kan vara problematiskt. Storey (1989) menar att användandet av begreppet ”koldioxidbindande reaktion” för att beskriva Calvencykeln inte är optimalt, detta eftersom begreppet endast behandlar ett steg i en komplex kedja av reaktioner med flera slutprodukter. Rohrer (2012) lyfter att det ofta förekommer långa och liknande förkortningar i läromedel som behandlar fotosyntesen, och att detta kan försvåra lärandet. Två förkortningar som Rohrer (2012) och Storey (1989) lyfter inom detta område är PCRC (*photosynthetic carbon reduction cycle*) och RPPP (*reductive pentose phosphate pathway*). Både Rohrer (2012) och Storey (1989) lyfter att det kan förekomma förvirring eller försvårat lärande om begreppet ”glukos” behandlas på fel sätt. Rohrer (2012) menar att förvirringen beror på hur det större kunskapsområdet, det vill säga kolhydrater, behandlas; begreppen inom detta område är liknande. Han ger exemplet ”glukos/glykogen/glukagon/glycerol”. Storey (1989) skriver att fokuset på glukos som fotosyntesens slutprodukt är missvisande, eftersom glukos inte är ”slutet” på fotosyntesen. Nästan all glukos omvandlas till stärkelse, fria glukosmolekyler i växtceller är ovanligt. Andra begrepp som lyfts av både Storey (1989) och Rohrer (2012) är vilka ”slutprodukter” som bildas av fotosyntesen, att ”kloroplaster” inte nämns, och ”kolcykel”.

Det är också värt att nämna begrepp som *inte* används. Storey (1989) menar att böcker, både i gymnasieskolan och på universitetsnivå, ofta tydligt kommunicerar att fotosyntesen är den huvudsakliga process som producerar och introducerar kolhydrater i ekosystem. Det som böcker ofta helt saknar eller bara kort nämner är att fotosyntesen även är den process som möjliggör för andra biomolekyler att syntetiseras och introduceras i ekosystem. Storey nämner att aminosyror, lipider och proteiner också är produkter av fotosyntesen, men dessa ämnen diskuteras sällan i samband med fotosyntesområdet, istället har de ”egna” dedikerade avsnitt.

Inom fotosyntesen får problematiskt användande av begrepp tydliga konsekvenser. Andersson et al. (2003) och Sjøberg (2009) visar att det råder stor förvirring för både grundskole- och gymnasieelever angående begreppen fotosyntes och respiration. Persson (2015) påpekar att separationen av fotosyntes som begrepp kan leda till att elever blir blinda för växelverkan mellan samhälle, vegetation och mark. Han skriver även att läromedel ofta använder sig av bilder på ett missgynnande sätt – istället för att vara relevanta och förklarande är deras syfte att göra texten mer attraktiv.

Vilka begrepp läromedlen använder, och hur de används, ger implicita budskap om biologins karaktär (Champagne 1989). Detta är värt att beakta, eftersom hur en elev uppfattar biologi som disciplin har betydelse för hans föreställningar (Selander & Kress 2010). De skriver att elevers föreställningar ofta beror på deras syn på vad biologi är och hur den fungerar. Hur en elev uppfattar biologins karaktär kan alltså påverka hans föreställningar, och vice versa, en elevs tidigare föreställningar kan påverka hur hen ser på biologins karaktär. Detta poängterar även Smith och Lott (1983). De menar att eftersom elever alltid har en viss typ av förförståelse, korrekt eller inkorrekt, så är läromedlens roll angående *skapandet* av föreställningar liten. Dock är läromedlens roll angående *modifiering* av föreställningar stor. Detta eftersom denna modifiering behöver vara konsekvent och komma från flera håll – från både läromedel och pedagog. En dissonans mellan elevens informationskällor kan bidra till att föreställningen i fråga blir svår att förändra till något mer korrekt, något som speglas i mer modern forskning (Bergqvist 2017).

Föreställningar

Flera studier tyder på att det är vanligt att gymnasieelever har problematiska föreställningar om fotosyntes (Andersson et al. 2003; Stavy, Eisen & Yaakobi 1987; Dimec & Strgar 2017). Många av dessa studier påpekar också att dessa föreställningar är interdisciplinära; de är inte baserade på enbart biologisk kunskap, utan även kemisk (Andersson et al. 2003; Wynn et al. 2017). Därför kommer detta stycke behandla föreställningar om fotosyntes som tvärvetenskapliga. Nedan följer en överblick av de vanligare föreställningar som elever kan hålla om fotosyntesen och relevanta områden, samt hur detta kan relatera till läromedel.

Materia och gaser

En av de faktorer som kan påverka elevers förståelse av fotosyntes är hur de förstår materia. Felaktiga föreställningar angående materias beskaffenhet kan försvåra en korrekt förståelse om fotosyntes (Carlsson 2002; Reiss 2011). Detta är föga förvånande eftersom fotosyntesen är en biokemisk process. Det är således förståeligt att elevers sätt att visualisera atomer och molekyler kan ha konsekvenser för deras förståelse. Sjøberg (2009) skriver att visualiseringar och föreställningar angående materia fungerar som ”mentala kryckor” för elevers kemiförståelse. På ett liknande, men mer generaliserat sätt, skriver Persson (2015, s. 1). Han menar att visualiseringar ”brygger gapet mellan seende och vår inre bild av något” och att detta kan manifesteras i föreställningar. Det finns flera föreställningar om materia och de kan därmed ha olika konsekvenser för elevers förståelse.

En föreställning som beskrivs av flera studier är att gaser inte är ’någoting’ – att gaser förstås som masslösa krafter och inte består av materia. (Andersson et al. 2003; Carlsson 2002; Stavy, Eisen & Yaakobi 1987; Eskilsson 2001). Relaterat till fotosyntesens processer blir detta tydligt i hur elever förstår koldioxid och dess roll. Andersson et al. (2003) beskriver detta som att elever förstår koldioxid som en osynlig kraft istället för en gas med partikulär natur. På liknande sätt beskriver Carlsson (2002) och Stavy, Eisen & Yaakobi (1987) denna föreställning. De menar att om elever inte förstår koldioxid som materia så kan de inte resonera kring växters tillväxt – att det är koldioxid som utgör växtens blivande biomassa. Om ’luft’ förstås som materialöst, är det naturligtvis svårt att förstå hur denna luft kan bidra till en växts biomassa. Det blir då logiskt och automatiskt att elever utvecklar en egen förståelse som bygger på erfarenhet och vad de nu ’vet’ (kunskap och förståelse de innehade vid tillfället) (Persson 2015; Selander & Kress 2010). Kopplat till, eller till och med som en konsekvens av, denna föreställning är tron att det är solljuset som bidrar till växtens massa – något som även beskrivs av Palmberg, Jonsson, Jeronen & Yli-Panula (2016) och Svandova (2014). Denna föreställning om materias eller gasers beskaffenhet kan därmed få som konsekvens att fotosyntes, i och med att koldioxid är centralt, blir svårt att förstå korrekt. Carlsson (2002) kallar denna materiaföreställning för *gasbegreppet*, och hon kopplar detta till vad hon benämner *partikelbegreppet*. Där gasbegreppet syftar till insikten att gaser är materia, syftar partikelbegreppet till insikten att materia är uppbyggt av små partiklar i konstant rörelse (Carlsson 2002; Johnson 1998).

McComas (1998) skriver att icke-naturvetenskapliga föreställningar kan komma från, bevaras, eller till och med förstärkas av läromedel. Förståelse kring fotosyntesen och dess relaterade processer är inget undantag, och Storey (1989) poängterar att just koldioxids roll i fotosyntesen, i och med att den är en gas, ibland missförstås av elever. Förståeligt, enligt honom, eftersom läromedel kan behandla gasers partikulära natur på ett inkorrekt eller missvisande sätt.

Transformation

Relaterat till fotosyntesens processer kan gas- och partikelbegreppet sägas vara snarlika eller i alla fall komplementära. Partikelbegreppet är dock till grund för en annan central idé: transformation. I *Elevens tänkande och skolans naturvetenskap* (2000) beskriver Andersson denna idé med namnet transmutering. Även Watson och Dillon (1996) skriver om transformationsidén. Transformationsidén behandlar hur materia *förändras*. Den syftar till insikten att materias enheter är konstanta, och att de i kemiska reaktioner inte förstörs eller fundamentalt 'förvandlas' till andra enheter – ändock kan deras egenskaper som enskilda enheter och som del av en molekyl vara helt olika. Andersson (2000) skriver att elever ibland förstår kemiska reaktioner som en sådan fundamental förändring – tron att i en reaktion så förvandlas en atom till en annan. I fotosyntesen kan denna föreställning manifesteras i form av frågor om växters beståndsdelar, tillväxt och näring; dessa är kunskapsområden där utbyte, uppbyggnad och nedbrytning av olika ämnen är centrala.

Storey (1989) och Svandova (2014) menar att felaktiga föreställningar om transformation, det vill säga hur elever förstår förändringar av atomer och molekyler i kemiska reaktioner, kan ses i läromedel. Johnson (1998) skriver specifikt om detta i *Progression in children's understanding of a "basic" particle theory*, där han beskriver hur elever på olika sätt kan ha felaktiga föreställningar om atomers natur. Även han menar på att läromedel kan innehålla förklaringar eller representationer (illustrationer) av atomer som bidrar till att elever missförstår transformationsidén. Till exempel att individuella atomer i en illustration byter färg, vilket kan få elever att tro att atomen i sig har förändrats. Johnson fortsatte att forska om detta; i en av hans senare studier (Johnson 2010) fann han att transformationsidén verkar vara central för att elever ska förstå kemiska förändringar. Studien tyder på att elever inte lätt 'byter' föreställning till en mer korrekt förståelse. Johnson skriver till och med att läromedel kan försvåra denna process; det är inte ovanligt att läromedel innehåller text och/eller bilder som, implicit eller

explicit, visar transformationsidén på ett sätt som ger en felaktig förståelse. Det verkar som pedagogen behöver, till viss del, ”bryta” den klassiska undervisningen och explicit behandla området. Att läromedel, eller undervisningen över lag, ibland behandlar atomer som enheter som behåller ”makroskopiska egenskaper” verkar också problematiskt för elevers lärande (Johnson 2010). Denna problematik har även lyfts i tidigare forskning av Eskilsson (2001) och Sjøberg (2009). De nämner att läromedel ibland felar i vad de kallar *representationsnivån*. Med detta menas att läromedlen inte tydliggör att det som presenteras är en representation, inte en ’korrekt’ bild av verkligheten. Detta kan, exempelvis, få konsekvensen att elever har svårt att resonera kring atom- och molekylstrukturer och transformationsidén – något som är vanligt bland gymnasieelever (Andersson et al. 2003). På samma sätt kan elever, om läromedlet eller pedagogen ej tydliggör, få intrycket att ett ämnes makroskopiska egenskaper går att överföra till en mikronivå (Eskilsson 2001). Ett exempel på detta som Eskilsson (2001) presenterar är att elever tror att svavelatomer är gula eftersom svavel (som rent pulver) är gult. Som tidigare diskuterat kan detta få konsekvensen att elever har svårt att förstå att det är luftens koldioxid som utgör växters framtida biomassa (eftersom koldioxid oftast representeras som en osynlig gas, vilket kan leda elever till att överföra denna ’osynlighet’ till molekylerna i sig (se underrubrik Materia och gaser, s. 11)), istället försöker de skapa en egen bild av verkligheten med hjälp av det som de redan kan (Selander & Kress 2010).

Dimec och Strgar (2017) menar att elevers felaktiga föreställningar om fotosyntesen verkar grunda sig i en svårighet i att se fotosyntesen som en kemisk reaktion. De pekar dock på ytterligare en faktor: förståelse om energiflöde. Eftersom fotosyntesen är en process som på ett fundamentalt sätt inbegriper både materia och energi, och övergången däremellan, är transformationsidén central för en korrekt förståelse. Relaterat till energi så identifierar Dimec och Strgar (2017) två föreställningar specifikt om solljus: att solljusets energi ej är överförbart till materia, och att växters energi kommer från jord, rötter, vatten, värme och/eller luft.

Metod

När läromedlets *struktur* analyserades ställdes två frågor till läromedlet:

- Hur separerade är kunskapsområdena?

När ett begrepp, fenomen eller teori diskuteras, läggs det sedan åsido inför nästa kapitel eller återkommer det? Vävs kunskapen ihop och blir mer holistisk eller blir informationen presenterad i 'isolerade' stycken?

Om information är återkommande, i vilken utsträckning? Hur många sidor är det mellan styckena, och i vilken kontext/ämnesområde återkopplas kunskaperna?

- Hur är fotosyntesområdet strukturellt upplagt?

Med detta avses textmängd, eventuella avbrott eller indelningar, antal stycken och bilder.

Med dessa frågor, och med hjälp av relevant forskning (se Struktur, s. 11), ämnar analysen få syn på eventuell problematik som skulle kunna vara aktuell i läromedel.

När läromedlets *begrepp* analyseras så behandlas:

- Vilka begrepp använder läromedlet för att kommunicera fotosyntesen?
- Finns det anledning att tro att dessa begrepp, på de sätt som de används, kan verka missgynnande för en korrekt förståelse?

Det finns forskning som tyder på att hur och vilka begrepp som används kan leda till felaktiga föreställningar eller icke-naturvetenskaplig förståelse (Storey 1989) (se Begrepp, s. 11).

I denna del av analysen ämnas eventuell begreppsproblematik belysas. Relevant forskning används för att upptäcka och lyfta begrepp samt diskutera hur läromedlet använder dessa för att kommunicera fotosyntesområdet.

När läromedlet analyserades med avseende på *föreställningar* så skedde detta genom att ha de föreställningar som behandlas (se Föreställningar, s. 13) i åtanke. Frågan som ställdes till läromedlet var därmed:

- Kan denna text, implicit eller explicit, bidra till att skapa eller förstärka dessa föreställningar?

Svaret på frågan gavs av egen analys och subjektiv tolkning, men som Hsieh och Shannon (2005) rekommenderar, grundat i relevant forskning. En resulterande begränsning med detta arbetssätt är att läromedelsanalysen då kan 'missa' att överväga andra föreställningar som ej behandlats i detta arbete. Det är värt att poängtera att analysen behandlar, med forskningsgrund, endast de föreställningar som beskrivs i detta arbete och

tidigare kunskapsöversikt. Tankar kring andra föreställningar bygger på egen förståelse av denna forskning, och är således en mer subjektiv tolkning. Det är också värt att betona att denna analys inte ämnar, eller kan, behandla vilka föreställningar elever har. Det analysen har som mål med avseende på föreställningar är att lyfta vilka föreställningar som kan tänkas kommuniceras av läromedlet.

Urval av läromedel

Läromedlet *Iris Biologi 2* av Anders Henriksson och Gleerups Utbildning AB (2013) valdes av flera anledningar. Först och främst valdes det på grund av att det är ett modernt läromedel som används i svenska gymnasieskolor. Eftersom det är ett läromedel i gymnasiekursen Biologi 2 så har den även ett dedikerat avsnitt för fotosyntesen; fotosyntesen nämns explicit i kursplanens centrala innehåll för Biologi 2 (Skolverket 2011). I mån av tid valdes att analysera endast ett läromedel.

Pilotstudie

Tidigt i arbetet, innan den större läromedelsanalysen, utfördes en pilotstudie. Målet med studien var att få syn på hur en läromedelsanalys kan gå till, om arbetets fokus (föreställningar, struktur och begrepp) verkade användbara, att upptäcka eventuella svårigheter i analysen samt att få en, om ändock begränsad, inblick i hur området fotosyntes kan behandlas i gymnasieläromedel. I pilotstudien analyserades fotosyntesområdet i läromedlet *Biologi 1* av Karlsson, Krigsman, Molander och Wickman (2011).

I boken behandlas området fotosyntes endast översiktligt; mindre än en halv sida text är dedikerad med rubriken ”fotosyntesen”. Detta avsnitt finns dock i ett större sammanhang, på totalt två sidor, som behandlar det övergripande området ”organismers behov av energi och kolföreningar”. I pilotstudien upptäckte jag därmed, i detta fall, att det fanns ”för lite” i boken för att analyseras meningsfullt. Det faktum att läromedlet endast behandlar fotosyntesen kortfattat kan dock i sig självt diskuteras och analyseras. Exempelvis kan en alltför kort och avskalad framställning av fotosyntes bidra till minskad sammanflätning av kunskap (se Struktur s. 11, ”interweaving”); kunskapsområdet riskerar att bli en ”isolerad ö”, som Sjøberg (2009) skriver, om inte området inkorporeras i andra ämnesområden. Det finns således en risk att läsaren läser fotosyntesavsnittet som en

singulär detalj för att sedan lämna det bakom sig, då i avsaknad av större, mer korrekta och helhetliga bilder.

Även frågor kring föreställningar kan lyftas i en kort text. Om den giva informationen är kortfattad kan det finnas risk för att läsaren ”fyller i luckorna” (den ’avsaknad’ av information) med egna föreställningar (Storey 1989). Detta behöver inte nödvändigtvis vara problematiskt; *all* text tolkas alltid till viss del av läsaren, som oundvikligen påverkas av både textens implicita budskap och sina egna föreställningar. Problematiken uppstår, som diskuterat i tidigare avsnitt, då föreställningarna i fråga är felaktiga, icke-naturvetenskapliga eller på andra sätt missgynnande för lärande.

I pilotstudien upptäckte jag att mina tre fokus (struktur, begrepp, föreställningar) var användbara. Ändock verkade dessa vara otillräckliga för att skapa en teoretisk ram för läromedelsanalys om de användes ”fritt” och utan struktur; pilotstudiens analys var svår att hålla inom väldefinierade ramar. Det är min åsikt att pilotstudien visade att läromedelsanalysen behövde fokuseras och begränsas – jag ”svävade ut” för mycket. Resultatet blev att det sades allt om ingenting; inget av intresse eller värde gavs av att ”på egen hand” analysera bra/dåligt. Av denna anledning strukturerades analysen upp ytterligare; istället för att bara ha dessa tre områden i åtanke vid analys, så formulerades konkreta frågor att ställa läromedlet.

Begränsningar

Ingen undersökning eller analys är utan begränsningar. Detta arbetes läromedelsanalys är upplagd som en kvalitativ innehållsanalys, vilket medför styrkor och, nödvändigtvis, svagheter. En kvalitativ innehållsanalys ämnar bearbeta en texts både implicita och explicita budskap (Hsieh & Shannon 2005). Eftersom denna metod ej fokuserar på något så konkret som exempelvis antal ord för att konstruera en bild av textens essens, så är det nödvändigt för analytikern att *tolka* texten i fråga. I och med detta är det svårt eller omöjligt för en läromedelsanalys av detta slag att vara rent objektiv; en subjektiv tolkning kommer att göras. Värt att beakta, som både Tesch (1990) och Hsieh och Shannon (2005) skriver, är att detta inte nödvändigtvis är en nackdel. Eftersom ord och texter inte är kontextfria (de existerar inte i ett vakuum) så kan det vara svårt att få syn på och analysera kontexten, och därmed textens djupare och implicita budskap, om en viss subjektivitet inte tillåts. Med detta sagt ska det betonas att en kvalitativ innehållsanalys inte överger

vetenskapliga värderingskriterier. Hsieh och Shannon (2015) skriver att analyser av detta slag ofta är ”styrda” (eng. *directed*) av tidigare teorier eller relevanta rön; detta för att förankra analysen i tidigare vetenskaplig förståelse och därmed, till viss del, minska risken för att analytikern gör för fria tolkningar.

Eftersom detta arbete analyserar endast ett läromedel, är det orimligt att dra slutsatser som är applicerbara på Sveriges gymnasieläromedel i helhet; analysen och tolkningarna bör ses som applicerbara på läromedlet, och dess eventuella problematik, i fråga. Ändock har detta arbete som mål (se Syfte, s. 8) att fylla en del av den kunskapslucka som finns angående Sveriges gymnasieläromedel. Därmed hoppas jag att detta arbete kan bidra till att läsaren blir mer medveten om eventuella problem och då kan dra jämförelser till liknande läromedel och således undvika eller minimera eventuell problematik. Det vill säga: om ett läromedel som ej behandlats i detta arbete kommunicerar området fotosyntes på ett jämförbart sätt, så kan detta arbete, förhoppningsvis, bidra med förståelse och belysande av denna problematik.

Slutligen är det även värt att poängtera att detta arbete ej kommer, eller kan, ge absoluta svar om vilka läromedel som är bra/dåliga eller bör/bör inte användas. Detta eftersom analysen inte behandlar boken i dess helhet, utan endast området fotosyntes och direkt relaterade ämnesområden. Det är därmed möjligt för en pedagog att vara medveten om och förstå eventuell problematik i läromedlet, men ändå bedöma den att vara tillräcklig i undervisningssyfte. Antingen för att pedagogen förstår problematiken och därmed känner att hen kan motverka den, eller för att pedagogen upplever att läromedlets andra delar är tillräckligt användbara för att väga upp eventuell problematik.

Etik

Eftersom detta arbete inte innehåller intervjuer eller behandlar personuppgifter så är de etiska övervägandena få. Det krävs dock att det tydliggörs: detta arbete ämnar inte göra reklam för något eller några läromedel. Inte heller ska detta arbete betraktas som någon form av kritik mot det diskuterade läromedlet eller dess författare; arbetet består av en subjektiv tolkning av en del av läromedlet.

Resultat

Detta arbetes resultatdel är strukturerat enligt de kategorier som diskuteras i tidigare teoridel: struktur, begrepp och föreställningar. Således kommer denna del först behandla hur läromedlet valt att strukturera fotosyntesområdet, följt av presentation av vilka begrepp läromedlet använder. Slutligen behandlas vilka eventuella föreställningar kan tänkas kommuniceras eller förstärkas av läromedlet. I slutet av varje stycke finns en kortare sammanfattning för att lyfta det mest essentiella och ge läsaren en överblick.

Struktur

<p>INNEHÅLL</p> <p>1 Olika men ändå lika 6</p> <p>Vi utgår från cellen 7</p> <p>På tal om celler – Hur vi tarde kanna cellen 14</p> <p>Något om virus 15</p> <p>Förtjällning 16</p> <p>Sammanfattning 18</p> <p>Testa dig själv 19</p> <p>2 Livets kemi 20</p> <p>Biologer behöver kemi 21</p> <p>Kol ingår i allt levande 22</p> <p>På tal om kolföreningar – Från vitalism till ingegromi 23</p> <p>Celler består av polymerer 28</p> <p>Kolhydrater 29</p> <p>Lipider 33</p> <p>Proteiner 37</p> <p>På tal om fiberprotein – Från larv till siden 39</p> <p>På tal om prioner – Prioner skadar hjärnan 45</p> <p>Nukleinsyror 46</p> <p>Nukleotid som energibäare 47</p> <p>Sammanfattning 48</p> <p>Testa dig själv 49</p> <p>3 Cellen i funktion 50</p> <p>Stor variation 51</p> <p>Att studera celler 53</p> <p>Cellmembranets egenskaper 56</p> <p>Innanför cellmembranet 58</p> <p>Koppling och kommunikation 65</p> <p>Ämnestransport 69</p> <p>På tal om osmos – Växceller klarar trycket 73</p> <p>Metabolism och energi 74</p> <p>Cellandning 75</p> <p>På tal om ATP – Energin behövs och förgiftning 79</p> <p>Jämsning 81</p> <p>Sammanfattning 82</p> <p>Testa dig själv 83</p>	<p>4 Växter och svampar i funktion 84</p> <p>Växter 85</p> <p>På tal om fotosyntes – Den torra vintern 95</p> <p>Svampar 102</p> <p>Sammanfattning 104</p> <p>Testa dig själv 105</p> <p>5 Människan och andra djur i funktion 106</p> <p>Mest vatten 107</p> <p>Kroppens vävnader 108</p> <p>Kroppens arbetsenheter 110</p> <p>Matspjälkning 112</p> <p>På tal om matspjälkning – Spjälknings matskick 113</p> <p>På tal om matspjälkning – Maskar utan mun och tarm 114</p> <p>På tal om muskulan – Fänder anpassade till födan 117</p> <p>Mat och hälsa 125</p> <p>På tal om lipider – Härdat fett och transfett 129</p> <p>På tal om livsmedel – Vatten och andra måltidsdrycker 135</p> <p>Ätstörningar 136</p> <p>Sammanfattning del 1 138</p> <p>Andning 139</p> <p>På tal om andningsrytm – Experter på fridrykning 145</p> <p>På tal om gasutbyte – Gastransports mekanismer 147</p> <p>På tal om skadade lungor – Tobaksrökning 149</p> <p>Blodkärssystemet 150</p> <p>På tal om värmereglering – Öron som kyllämsar och värmeväxlare i benen 158</p> <p>På tal om etanol – Etanol i blodet 162</p> <p>På tal om levern och alkohol – Alkohols giftverkan 163</p> <p>Sammanfattning del 2 164</p> <p>Blodet 165</p> <p>På tal om blodvärde – Blodvärde och doping 168</p>	<p>På tal om blod och syre – Kondition och syreupptagning 169</p> <p>Immunsystemet 173</p> <p>Blodgrupper 188</p> <p>Sammanfattning del 3 190</p> <p>Utöndring 191</p> <p>På tal om utsöndring – Köns – ett djuriskt anfallsproblem 195</p> <p>Huden 196</p> <p>På tal om huden och solen – Födelsemärken och hudcancer 197</p> <p>Skelettet 200</p> <p>Muskulerna 206</p> <p>På tal om muskelfibrer – Rött och vitt kött hos djur 211</p> <p>På tal om träning och muskler – Färlig gensäg till större muskler 212</p> <p>Sammanfattning del 4 213</p> <p>Testa dig själv 214</p> <p>6 Sinnen och kommunikation 218</p> <p>Nervsystemet 219</p> <p>På tal om hjärnan – Från kniv till magnetkamera 232</p> <p>Skadlig berusning 235</p> <p>Den viktiga sömnen 238</p> <p>Sammanfattning del 1 239</p> <p>Våra sinnen 240</p> <p>På tal om hörsel – Infraljud och ultraljud 246</p> <p>På tal om lukt och smak – Kemiska signaler i djurens värld 250</p> <p>Hormonsystemet 251</p> <p>På tal om hormoner – Positiv och negativ stress 254</p> <p>Sammanfattning del 2 257</p> <p>Testa dig själv 258</p> <p>7 Sex och människans livscykel 260</p> <p>Den sexuella lusten 261</p> <p>Människans kön 262</p> <p>Hormonernas inflytande 266</p>	<p>På tal om kärlek – Monogama och polygama sorkar 268</p> <p>Hur bestäms kön? 269</p> <p>Sexuell läggning 270</p> <p>På tal om sexuell läggning – Sexualitet hos djur 271</p> <p>Vad händer när vi har sex? 272</p> <p>Skydd vid sex 274</p> <p>Sexuellt överförbar smitta 276</p> <p>Abort 278</p> <p>På tal om kropp och samhälle – Omskärelse 279</p> <p>Tidig embryoutveckling 280</p> <p>En människa tar form 282</p> <p>Liv och död 285</p> <p>På tal om graviditet – Proverorsbefrukning 285</p> <p>Tumörer 286</p> <p>Sammanfattning 288</p> <p>Testa dig själv 289</p> <p>8 Bakterier och virus 290</p> <p>Mikrobiologi 291</p> <p>Bakterier 292</p> <p>På tal om bakteriers förökning – Att odla bakterier 295</p> <p>På tal om bakterier och människan – Antibiotika 297</p> <p>Virus 299</p> <p>Vår kamp mot infektioner 301</p> <p>Sammanfattning 304</p> <p>Testa dig själv 305</p> <p>9 Bioteknik 306</p> <p>Berör människors vardag 307</p> <p>Celler i människans tjänst 308</p> <p>Från idé till läkemedel 313</p> <p>Sammanfattning 314</p> <p>Testa dig själv 314</p> <p>Register 315</p> <p>Bildförteckning 320</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig. 1: Innehållsförteckning av Iris Biologi 2, där de stycken som nämner (blå) eller behandlar (grön) fotosyntesen är markerade.

Det är i bokens fjärde kapitel, *Växter och svampar i funktion*, som fotosyntesen tas upp i detalj. Det är kapitlets första stycke som är dedikerad fotosyntesen och dess direkt relaterade ämnesområden (ATP, bladets fysiologi och våglära). Detta stycke är på totalt tio sidor, sidorna 85 – 95, och innefattar flera bilder; cirka hälften av sidornas yta är illustrationer av olika slag. Värt att poängtera är att fotosyntesen nämns tidigare än så, men det är först i kapitel fyra som fotosyntesen ligger i fokus och diskuteras utöver att nämnas.

Ordet ”fotosyntes” används för första gången på sida 8 (om man bortser från innehållsförteckning och förord så är detta bokens andra sida). Detta sker i samband med

att läromedlet tydliggör att den utgår från cellteori och att det finns olika typer av celler. ”Där levde [kloroplasterna] skyddat och bjöd sina värdceller på energirik näring från sin fotosyntes” (Henriksson & Gleerups 2013, s. 8). I läromedlets första kapitel diskuteras inte själva ämnesområdena i något djup, de bara nämns. Boken poängterar i de olika styckena i första kapitlet ”Vi återkommer till [...]” och dylikt.

Fem sidor senare (s. 13) nämns fotosyntesen igen, i en schematisk bild över en växtcell. Igen är det i kontext av kloroplaster; boken nämner att det finns pigment i kloroplasten och att det är där fotosyntesen sker.

Förutom att kort nämnas så behandlas fotosyntesen för första gången på sida 30. Fokus är dock inte på själva fotosyntesen, utan på livets kemi – polymerer och kolhydrater. Rubriken är *Glukos bildas genom fotosyntes*, glukos fungerar då som ett exempel på en biokemisk polymer. Läromedlet presenterar: ”[...] fotoautotrofa organismer framställer energirikt glukos av koldioxid och vatten. Denna endoterma process kallas *fotosyntesen* och sammanfattas på följande sätt: $ljusenergi + 6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$ ”. Läromedlet poängterar att ”[...] detta är en mycket förenklad bild av fotosyntesen [...]” och att detta område kommer behandlas i ett senare kapitel. Sedan nämns cellandningen. Den förenklade reaktionsformeln för cellandningen visas, vilket är fotosyntesens ”motsats”. Cellandningen behandlas dock inte här, utan i ett senare kapitel: *Cellen i funktion* (s. 74 – 81). I detta kapitel görs inga direkta kopplingar till fotosyntesen. Endast djurceller, med ett fokus på människans, behandlas. Fotosyntesen nämns bara en gång (s. 81), där det förklaras att ”under livets tidiga historia så fanns det i princip ingen syrgas i havet eller atmosfären”. Det var först när det utvecklades fotosyntetiserande bakterier som syrgas blev mer tillgängligt. Boken nämner att det senare utvecklades organismer som kunde använda syret för att oxidera organiska ämnen, det vill säga organismer med cellandning.

Som tidigare nämnt så är det i kapitel 4, *Växter och svampar i funktion*, som fotosyntesen behandlas i detalj. Fotosyntesområdet är indelat i flera rubriker och underrubriker, underrubrikerna inräknade är det totalt 25 stycken. Flera av dessa är korta (cirka 70 ord), där den kortaste (*Temperatur*) är på 57 ord. Majoriteten av textstyckena är på ungefär 110 ord.

Strukturen kan grovt beskrivas som indelat i olika naturvetenskapliga discipliner. Först behandlas biokemin: reaktionsformler, pigment, enzymer och ATP. Sedan beskrivs

biologin: bladets anatomi och fysiologi. Fysiken följer: ljus och temperatur diskuteras som miljöfaktorer som påverkar fotosyntesen. Våglära, specifikt adsorptionsspektrum, behandlas dock i samband med pigment (det vill säga kapitlets tidigare del). Fotosyntesområdet avslutas med att 'återgå' till biologin: C4-växter och CAM-växter diskuteras, vilket fungerar som en språngbräda till kapitlets nästa område, *Mer om växternas byggnad*. Detta kapitel behandlar växters anatomi och nämner endast fotosyntesen i förbifarten (att socker kommer från fotosyntesen).

Nästa, och sista, gången fotosyntesen nämns är på sida 298 under rubriken *Bakterier och virus*. Läromedlet nämner att det finns bakterier som är fotoautotrofa (de har fotosyntes) och att de innehåller pigment som absorberar ljus.

Läromedlets kapitel om fotosyntesen innehåller flertalet bilder av olika slag. Illustrationerna kan delas in i två kategorier: beskrivande/förklarande och "exempelbilder". Med detta menas bilder som inte har någon information eller är förklarande i sig själva, istället så fungerar de som exempel på vad textstycket i fråga behandlar. Exempelvis: när C4-växter behandlas så visas en bild på en C4-växt, utan större beskrivning. Majoriteten (10 av 15) av bilder är beskrivande/förklarande.

Sammanfattningsvis:

Läromedlet presenterar fotosyntesen som ett 'koncentrerat' kunskapsområde. Det finns alltså en separation av fotosyntesen från andra ämnesområden; fotosyntesen är 'isolerad'. En större del på tio sidor behandlar fotosyntesen explicit och i detalj. Ett tidigare stycke diskuterar fotosyntesen kortfattat (sex meningar) i kontext av kolhydrater. Utöver detta så nämns fotosyntesen ytterligare två gånger, men utan någon förklaring eller koppling till andra ämnesområden. I själva fotosynteskapitlet kan endast en viss separation ses, det vill säga inte i lika stor utsträckning om man överväger läromedlet i helhet. Separationen sker främst med avseende på kemi och biologi – först behandlas kemin (enzymer och reaktioner) följt av biologin (bladanatomi) och inga konkreta kopplingar görs däremellan. Det är dock värt att betona att det sker en viss sammanflätning av kunskapsområden. Enzymer, ATP och fotosyntesens "resultat" (socker) återkommer i flera stycken. Det faktum att varje kapitel har en sida sammanfattning och en sida frågor till läsaren kan också ses som en form av sammanflätning av områden.

Begrepp

Av de eventuellt problematiska begrepp som behandlats i Teori och bakgrund (se s. 11) så återkommer fyra av dessa i läromedlet: användandet av förkortningar, mörkerreaktion, koldioxidbindande reaktion, och glukos.

Förkortningar

Läromedlet använder sällan förkortningar för att diskutera fotosyntesområdet. De två förkortningar som ofta används för att beskriva fotosyntesen, PCRC och RPPP, används inte i läromedlet. De förkortningar som läromedlet använder sig av riktar sig näst intill exklusivt på enzymer och andra större biomolekyler. Sida 90 använder sig av flera förkortningar för att diskutera biokemin relevant till Calvinocykeln, och gör detta genom att först ge ämnets kompletta ”kemiska namn” och sedan förkortningen. Exempelvis introduceras Calvinocykelns första steg med att nämna sockret ribulosdifosfat. Efter namnet anger läromedlet dess förkortning inom parentes (RuDP). På sida 90 finns även en schematisk överblick på Calvinocykeln. Tillhörande bildtext förklarar förkortningarna i bilden, bland annat ”RuDP = rubulosdifosfat” (här stavas sockret ”rubulos”, vilket är felstavat).

Mörkerreaktionen

Begreppet ”mörkerreaktionen” används på sida 86 i läromedlet: ”Detta är den s.k. *koldioxidbindande reaktionen*. (Den kallas även mörkerreaktionen, vilket är missvisande eftersom den är beroende av ljusreaktionen och därmed av ljus)”. Även en fråga till läsaren i kapitlets slut (s. 105) behandlar mörkerreaktionen. Frågan lyder: ”Varför är ”mörkerreaktionen” ett olämpligt namn på den process som vi kallar för den koldioxidbindande reaktionen?”.

Koldioxidbindande reaktionen

Läromedlet använder sig av begreppet ”den koldioxidbindande reaktionen” för att beskriva den process då växter använder koldioxid, vätebärare och vatten för att bilda socker och fosfater – med andra ord Calvinocykeln. Läromedlet nämner dock att ”Det är vanligt att den koldioxidbindande reaktionen även kallas för *Calvinocykeln*.” (Henriksson & Gleerups 2013, s. 90).

Glukos

Iris Biologi 2 presenterar flera gånger att glukos är ”slutprodukten” tillsammans med syrgas. Detta görs, implicit, första gången läromedlet nämner fotosyntesen på sida 8. Det sker igen på sida 30, då boken för första gången diskuterar fotosyntesens utöver att nämna den, och det sker igen i kapitel 4 (s. 86 – 90). På sida 91 sker dock en förändring. I underrubriken *Vad händer med sockret?* diskuterar boken att glukos är olämpligt för lagring och att det omvandlas till stärkelse och cellulosa. Detta beskrivs inte som en reaktion som tillhör fotosyntesen, utan något som händer ”efter” fotosyntesen.

Andra begrepp

Läromedlet använder ordet ”antenn” för att beskriva hur klorofyllmolekyler fångar ljus. Läromedlet beskriver att när denna antenn träffas av fotoner så exciteras pigmentmolekylerna och att dessa molekyler i sin tur kan excitera en närliggande molekyl, och så vidare ad infinitum till dess att elektronen når systemets reaktionscentrum. I detta stycke nämns dock inte elektronerna, denna ”överföring” beskrivs bara som ”energi” (”När tillräckligt mycket energi når [...]” (Henriksson & Gleerups 2013, s. 88)).

Som behandlat i Teori och bakgrund (se s. 11) kan det vara värt att ha i åtanke vilka begrepp som *inte* används. På flera ställen (exempelvis s. 30 och 86) så anger läromedlet att glukos och syrgas är fotosyntesens ”slutprodukter”, men missar då att nämna de andra ämnesklasserna och biomolekylerna. På sida 91 behandlas detta implicit; boken nämner att kolhydrater används till syntes av andra organiska ämnen.

Sammanfattningsvis:

Läromedlet använder några av de begrepp som behandlas i Teori och bakgrund (s. 11). Dessa begrepp används dock med viss ”försiktighet”. Läromedlet tar explicit upp begreppens begränsningar och/eller nämner alternativa begrepp som används.

Föreställningar

För en komplett redovisning över de föreställningar som detta arbete ämnar behandla, se Föreställningar sida 11 – 14. För enkelhetens skull följer en kort överblick över vilka idéer och fenomen dessa handlar om:

- Materias, och framförallt gasers, partikulära natur

- Koldioxid och lufts roll i fotosyntesen
- Hur materia förändras
- Hur energi kan ”röra sig” i kemiska reaktioner
- Missförståelse i ”representationsnivån”

Som tidigare diskuterat innehåller dessa föreställningar flera överlappande idéer och ämnesområden. Av denna anledning så kommer följande stycke inte separera dessa i någon större utsträckning; resultatet presenteras enligt läromedlets ’kronologiska’ ordning. De delar i läromedlet som kan tänkas relevanta för ovannämnda föreställningar tas upp.

Då fotosyntesen först behandlas i boken (s. 30) så framgår det tydligt att koldioxid och ljusenergi är centrala för fotosyntesen, läromedlet poängterar så pass att ljusenergi till och med skrivs in i fotosyntesens reaktionsformel. Här nämns inte hur ljusenergin används – bara *att* den används. Det finns således risk att läromedlet i detta stycke missar att kommunicera distinktionen energi/materia och flödet däremellan. Koldioxidens roll betonas tidigt. På sida 30 förklarar läromedlet att alla kolatomer i organiska föreningar härstammar från atmosfärens koldioxid och att det är alger och växter, via fotosyntes, som överfört kolatomerna till den ”organiska världen”. Det poängteras även att koldioxiden därmed kan sägas utgöra grunden för syntes av andra organiska molekyler.

Glukos identifieras som fotosyntesens energirika slutprodukt och en representation av molekylens visas. Denna representation är en enkel hexagon, och det skrivs explicit ut på föregående sida att hexagonen endast är ett sätt att representera glukosmolekylen.

I kapitlet som har fotosyntesen i fokus utvecklar läromedlet kring koldioxidens roll och energiflödet i fotosyntesen. Även i detta stycke riskerar det dock att uppstå viss förvirring kring fotosyntesens energiflöde. Läromedlet behandlar elektroner som de avgörande energibärarna i fotosyntesens reaktioner, men detta skrivs aldrig ut. Då energiflödet diskuteras görs en implicit distinktion mellan elektroner och ”energi”. Boken nämner: ”När tillräckligt med energi når klorofyllmolekyler [...]” (Henriksson & Gleerups 2013, s. 88). Energi i detta fall syftar på energirika elektroner. Boken fortsätter att förklara att när klorofyllmolekylerna fått tillräckligt med energi så avger de elektroner. Det kan alltså sägas att läromedlet, i detta stycke, använder begreppen elektroner och energi utbytbart. I följande stycke (s.89) sker dock ett förtydligande; boken nämner att energi utvinns från elektroner i andra kemiska reaktioner.

Koldioxidens roll betonas igen. Calvencykeln och dess resultat, både för fotosyntesen i sig och ekosystem i helhet, har ett eget avsnitt. För att beskriva reaktionerna används flera illustrationer. Alla dessa har bildtexter som tydliggör att illustrationen är en representation och/eller förenkling (exempelvis: ”fosfatgrupper representeras som gula kulor”).

Det är värt att notera att kapitlet efter fotosyntesområdet (s. 96 – 97) behandlar växters anatomi. Detta kan vara relevant för föreställningar relaterade till fotosyntesen (Stavy, Eisen & Yaakobi 1987). Koldioxid inkorporerad av fotosyntesen utgör grunden för växters biomassa och är således ett exempel på hur energi (ljus) kan flöda in i materia. Detta stycke nämner fotosyntesen en gång: att det är från fotosyntesen sockret kommer. Fokus är på anatomiska termer och växters kärlsystem. Att luftens koldioxid, bearbetad via fotosyntes, utgör grunden för växters biomassa behandlas dock explicit i tidigare delar (s. 30 och 91). Likaså att det är ljus (fotoner) som överför energi till elektroner (materia) (s. 88).

Sammanfattningsvis:

- **Materias, och framförallt gasers, partikulära natur**
Diskuteras aldrig explicit. Värt att ha i åtanke att läromedlet är inom biologi, inte kemi.
- **Koldioxid och lufts roll i fotosyntesen**
Betonas tidigt och upprepas. Det skrivs tydligt ut att det är koldioxid som utgör grunden för inte bara kolhydrater, utan även andra organiska ämnesklasser.
- **Hur materia förändras**
Behandlas implicit. Alla kemiska reaktioner medför förändring. Läromedlet kommunicerar vid flera tillfällen att atomer från olika källor (till exempel atmosfärens koldioxid) inkorporeras och bildar nya ämnen.
- **Hur energi kan ”röra sig” i kemiska reaktioner**
Behandlas explicit, men på olika sätt. Då elektronernas rörelse i fotosyntesens reaktioner behandlas så beskrivs dessa både med orden

”energi” och ”elektroner”. Det görs tydligt att energin kommer från solljuset och specifikt fotoner.

- Missförståelse i ”representationsnivån”

De illustrationer som fungerar som representationer (det vill säga de som inte endast är en bild på en växt) har bildtext, eller föregående förklaring, som tydliggör att bilden i fråga är just en representation.

Diskussion

Likt tidigare är detta stycke strukturerat med hjälp av analysens tre kategorier: begrepp, struktur och föreställningar. Diskussionen avslutas med analysens slutsatser och rekommendationer till pedagoger som avser arbeta med *Iris Biologi 2*.

Begrepp

Läromedlet använder få av de begrepp som Rohrer (2012) och Storey (1989) presenterar som potentiellt missgynnande för lärande. I den mån läromedlet använder sig av dessa begrepp så presenteras även alternativa begrepp och/eller så lyfts hur begreppen i fråga kan vara missvisande. Det verkar således som att läromedlet behandlar fotosyntesens begrepp på ett övervägande positivt sätt (det vill säga verkar ej försvårande för lärande eller korrekt kunskap); begreppsproblematiken är liten.

Flertalet förkortningar används då enzymer diskuteras, men dessa anges alltid i parentes efter enzymets korrekta namn. Ändock är det oundvikligt att många förkortningar används inom biokemin, och det riskerar att uppstå förvirring. De förkortningar som läromedlet använder ofta inom fotosyntesområdet är dock någorlunda olika: ATP och NADPH. Rohrer (2012) menar att risken för försvårat lärande är störst om begreppen är snarlika, så genom att använda sig av förkortningar som är olika kan man undvika denna problematik. Det kan därmed vara en stor pedagogisk vinst att fokusera på de förkortningar som är *olika* eftersom, som sagt, användandet av förkortningar inom biokemin är oundvikligt.

Läromedlet använder begreppet ribulosdifosfat och förkortningen RuDP. Sedan 1986 används istället termen ribulosbifosfat, och därmed förkortningen RuBP (Lorimer, Andrews, Pierce & Schloss 1986), men boken nämner inte detta.

Storey (1989) föredrar att använda begreppet *Calvincykeln* för att beskriva den process som i läromedlet behandlas som ”den koldioxidbindande reaktionen”. Han menar att detta är ett mer fördelaktigt begrepp eftersom det humaniserar naturvetenskapen genom att erkänna människan bakom, samtidigt som det är lätt att komma ihåg och inte vilseleder. Detta är potentiellt stora fördelar, och att inte vilseleda är ett värdigt mål, men en möjlig nackdel med begreppet ”Calvincykeln” är att den inte är lika *beskrivande* som ”den koldioxidbindande reaktionen”.

Läromedlet riskerar att kommunicera en, om inte inkorrekt, *inkomplett* version av fotosyntesen genom att, både explicit och implicit, kommunicera att glukos är ”slutprodukten”. Detta behöver inte nödvändigtvis vara en nackdel, det beror på hur man vill definiera fotosyntesens ”slut”. I läromedlet beskrivs omvandlandet av glukos till stärkelse som en reaktion separat från fotosyntesen, vilket Storey (1989) anser är inkorrekt. Detta lyfter en svår fråga: hur mycket får eller ska pedagoger ’förenkla’? Att ’nöja sig’ med att fotosyntesen resulterar i syntes av glukos kan ha pedagogisk nytta genom att man då, eventuellt, undviker att ’överkomplicera’. Samtidigt riskerar man då att missa att presentera hela bilden. Genom att förenkla riskerar vi att eleverna ”fyller i luckorna” med egna föreställningar (Selander & Kress 2010). Om pedagogen har god kunskap om vilka föreställningar hans elever bär på är det lättare att resonera kring vilka förenklingar som kan vara godtagbara i pedagogisk mening.

Struktur

Om pedagogen fokuserar på att använda läromedlet som struktur och för planering av undervisning så riskerar hen att elever lär sig fotosyntesområdet som en ”isolerad ö”, som Sjøberg (2009) beskriver det. Eleverna riskerar alltså att endast få en begränsad och kortvarande förståelse av fotosyntesen genom att relevanta ämnesområden ej kopplas ihop och informationen endast behandlas ’en gång’ för att sedan lämnas åsido. För att sammanfatta bokens struktur med Rohrer (2012) ord: läromedlet har låg interweaving.

Läromedlet har dock inte noll interweaving, fotosyntes behandlas och nämns på totalt fem separata avsnitt. Två av dessa kan anses vara relativt oviktiga – då fotosyntesen endast nämns. Att fotosyntesen först nämns och kort behandlas i en annan kontext (kolhydrater) är en form av interweaving och kan vara positivt för lärandet (Sjøberg 2009; Rohrer 2012). Om pedagogen väljer att strukturera undervisningen enligt läromedlet finns

ytterligare en chans till interweaving: varje kapitel har en sammanfattning och frågor till läsaren.

Majoriteten av bilderna (10 av 15) i fotosyntesavsnittet är förklarande och har bildtext. Läromedlet lägger vikt vid bilderna, de utgör ungefär hälften av sidornas yta. De fem bilder som inte är förklarande är helt enkelt bilder på olika växter, och kan enligt Persson (2015) användas på sätt som missgynnar lärande. Han menar att bilder av detta slag inte ämnar förklara eller underlätta lärande, utan att göra texten attraktiv. Han anser att om sådana bilder används så behöver de diskuteras kritiskt för att bearbeta eller motverka felaktig förståelse. Att använda illustrationer av detta slag behöver inte vara en nackdel; att väcka intresse och hålla kvar läsaren kan anses vara positivt. I läromedlet i fråga är det svårt att se hur bilder på 'exemplväxter' kan påverka lärandet negativt. Det är möjligt att de kan distrahera och därmed lägga fokus på 'fel' saker, samtidigt kan det vara positivt att förstärka information med vardagliga och intresseväckande exempel.

Föreställningar

En av de vanligare föreställningar som gymnasieelever har är att de missförstår gasers partikulära och därmed kemiska natur (Andersson et al. 2003; Dimec & Strgar 2017). Gasers kemiska och fysiska uppbyggnad diskuteras aldrig explicit i läromedlet, mest troligt på grund av att författarna antar att detta har behandlats tidigare eller i andra ämnen. Eftersom *Iris Biologi 2* är en Biologi 2-bok är detta inte ett orimligt antagande. Således är det svårt att dra några konkreta slutsatser kring hur detta läromedel kan skapa eller förstärka felaktiga föreställningar om gasers natur. Som tidigare nämnt, så är det värt att ha i åtanke att all text tolkas, och att om information kommuniceras otillräckligt eller inte alls så "fyller läsaren i luckorna" med sina egna föreställningar och den kunskap de besitter (Selander & Kress 2010).

En annan föreställning som är viktig för en korrekt förståelse av fotosyntesen handlar om koldioxid: att koldioxid förstås som en "osynlig kraft" och att den därmed inte kan vara grunden för växters biomassa eller andra organiska ämnen (Carlsson 2002; Andersson et al. 2003). Läromedlet behandlar detta område på ett konsekvent sätt. Tidigt och upprepat så beskrivs koldioxid som en gas vars kolatomer utgör grunden inte bara för växters kolhydrater, utan även många andra organiska föreningar (exempelvis på sidorna 30, 91

och 93). Av denna anledning verkar det otroligt att läromedlet skulle bidra med eller förstärka felaktiga föreställningar om koldioxidens roll i fotosyntesen.

Hur läromedlet behandlar energiflödet i fotosyntesen varierar; orden "energi" och "elektron" används på sida 88 som synonymer. Ett förklarande följer där läromedlet beskriver att energi utvinns från elektroner. Detta stycke är kort, och tydliggör inte att energiöverföringen som diskuterats tidigare sker i form av elektroner. Om elev eller pedagog inte lyfter denna förklaring finns det således en risk att läromedlet missar att kommunicera att det redan från dess att solljus träffar klorofyll är just elektroner som är det medium via energiflödet sker. Läromedlet är dock tydlig med att påpeka att det är fotoner som exciterar elektroner.

Att läromedlet bidrar till missförstånd i representationsnivån verkar otroligt. Detta eftersom de illustrationer som används tydliggör deras roll som representationer, inte korrekta bilder av verkligheten. Igen är det värt att nämna att läromedlet är en bok för Biologi 2. Det är av denna anledning troligt att läromedlet ej introducerar 'nya' (det vill säga för eleven okända) representationer. Undantaget är en bild på sidan 88 som visar enzymer; fotosystem I och II samt ATP-syntetas är med stor sannolikhet nya för elever som inte läst Kemi 2 eller Bioteknik. Biokemi är inte ett centralt innehåll i varken Kemi 1 eller Biologi 1 (Skolverket 2011).

Slutsatser

Inom de ramar som analysen behandlat (begrepp, struktur och föreställningar) så är det min åsikt att risken för missgynnande av lärande är störst med avseende på läromedlets *struktur*. Fotosyntesområdet är isolerat och separerat från andra ämnesområden. Få eventuellt problematiska begrepp används, och då de används så lyfts tydligt hur dessa kan vara missvisande. Felaktiga eller icke-naturvetenskapliga föreställningar verkar inte i större utsträckning skapas i eller förstärkas av läromedlet. Beakta att om en föreställning inte behandlas så 'fortsätter' den; många föreställningar är svåra att bearbeta och undervisa bort (Helldén & Solomon 2004; Smith & Lott 1983; Özay & Öztaş 2010). Med andra ord: bara för att detta läromedel inte klart kommunicerar felaktiga föreställningar så kommer inte elevers tidigare, och eventuellt felaktiga, föreställningar att försvinna.

I min erfarenhet så skiljer sig inte detta läromedels upplägg kraftigt från andra läromedel. Flera svenska gymnasieläromedel behandlar troligen fotosyntesområdet på liknande, eller

i alla fall jämförbara, sätt. Som tidigare diskuterat ska inte detta arbete ses som applicerbart på alla svenska gymnasieläromedel. Det är dock min åsikt att det kan användas för att lyfta eventuell problematik och därmed användas för att jämföra andra läromedel. Läromedelsanalysen kan sägas vara ett *exempel* på hur fotosyntesen kan behandlas i svenska gymnasieläromedel.

Rekommendationer

Detta arbetes relevans för utbildningsvetenskap grundar sig i att göra pedagoger medvetna om hur fotosyntes kan behandlas i gymnasieläromedel och hur man kan arbeta med dessa. Om du som pedagog ämnar använda *Iris Biologi 2* i din undervisning: ha i åtanke den eventuella problematik som diskuterats i stycket ovan för att arbeta förebyggande. Potentiellt kan problematiken minimeras, eller rent utav undvikas. Nedan följer rekommendationer för hur du kan arbeta med detta läromedel, eller andra läromedel som behandlar fotosyntesområdet på ett liknande sätt.

Då du som pedagog diskuterar ”den koldioxidbindande reaktionen”, undvik begreppet ”mörkerreaktionen” och överväg att istället använda begreppet ”Calvincykeln”. Begreppet Calvincykeln kan humanisera naturvetenskapen och underlätta för eleverna att komma ihåg begreppet samtidigt som de inte behöver oroa sig för att blanda ihop det med liknande begrepp. Nackdelen är att det inte är lika beskrivande, så ”koldioxidbindande reaktion” har fortfarande pedagogisk användning; betona dock vid användande av detta begrepp att koldioxidbindande bara är *ett steg* i processen som begreppet ämnar beskriva.

Om lektioner struktureras med hjälp av läromedlet, ha *interweaving* i åtanke. Använd dig av bokens sammanfattningar och frågor, och låt inte fotosyntesområdet behandlas singulärt och separat från dess relevanta ämnesområden. Försök att låta fotosyntesen vara återkommande då ni arbetar med cellers energivaluta (ATP), anatomi, excitation och reaktioner, viktiga enzymer och miljöfrågor.

Tydliggör elektronernas roll i fotosyntesens energiflöde. Betona att enzymerna fotosystem I, II och ATP-syntetas inte ser ut precis som de gör på bilden; de är inte gröna och blå, och inte runda.

Slutligen: medvetenhet spelar roll. Om du som pedagog har förståelse om den eventuella problematiken i läromedlet, eller liknande läromedel, så kan du arbeta för att motverka den – för en mer givande biologiundervisning. Lycka till.

Referenser

- Andersson, B. (2000). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*. Stockholm: Skolverket.
- Andersson, B., Bach, F., Frändberg, B., Hagman, M., Jansson, I., Kärrqvist, C., Nyberg, E., Wallin, A. & Zetterqvist, A. (2003). *Att förstå naturen – från vardagsbegrepp till biologi: fyra 'workshops'*. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bergqvist, A. (2017). *Teaching and learning of chemical bonding models*. Diss. Karlstad: Karlstad universitet.
- Carlsson, B. (2002). ”Jag vill vara kol!” – ett fotosyntetiskt dramaspel. I Ekborg, M. (red.) *Miljödidaktiska texter*. Malmö: Malmö högskola, s. 10–28.
- Champagne, A. (1989). *Changing Conceptions of the Learner: Implications for Biology Teaching*. Washington: National academies press.
- Dimec, D. & Strgar, J. (2017). Scientific Conceptions of Photosynthesis among Primary School Pupils and Student Teachers of Biology. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(1), s. 49–68.
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10 - 12-åringars förståelse av materiens förändringar*. Diss. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Gilbert, J.K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), s. 1-20.
- Gilbert, J.K., Reiner, M. & Nakhleh, M. (red.). (2008). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. New York: Springer.
- Helldén, G. & Solomon, J. (2004). The persistence of personal and social themes in context: Long- and short-term studies of students' scientific ideas. *Science Education*, 88(6), s. 885-900.
- Henriksson, A., Glerups Utbildning AB & Ohlsson, A. (red.). (2013). *Iris Biologi 2*. Malmö: Glerups Utbildning AB.

- Hsieh, H.-F. & Shannon, S.E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), s. 1277 – 1288.
- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a "basic" particle theory: a longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20(4), s. 393– 412.
- Johnson, P. (2010). Children's understanding of substances, Part 2: Explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24(10), s. 1037 – 1054.
- Karlsson, J., Krigsman, T., Molander, B.-O., Wickman P.-O., Liber AB & Söderpalm-Berndes, C. (red.). *Biologi 1*. 4 uppl., Stockholm: Liber AB.
- Lin, C.-H. & Hu, R. (2010). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), s. 1529-1544. doi.org/10.1080/0950069032000052045
- Lindkvist, K. (1981). Approaches to textual analysis. *Advances in content analysis*, 9, s. 23 – 42.
- Lorimer, G.H., Andrews, T.J., Pierce, J., Schloss, J.V. (1986). 2'-Carboxy-3-Keto-D-Arabinitol 1,5-Bisphosphate, the Six-Carbon Intermediate of the Ribulose Bisphosphate Carboxylase Reaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 313(1162), s. 397 – 407.
- Palmberg, I., Jonsson, G., Jeronen, E. & Yli-Panula, E. (2016). Blivande lärares uppfattningar och förståelse av baskunskap i ekologi i Danmark, Finland och Sverige. *NorDiNa*, 12(2), s. 197–217.
- Persson, C. (2015). *Visuella representationer i NO-undervisningen*. Stockholm: Skolverket.
- Reiss, M.J. (2011). *Teaching Secondary Biology*. 2: a uppl. London: Hodder Education.
- Rohrer, D. (2012). Interleaving helps students distinguish among similar concepts. *Educational Psychology Review*, 24(3), s. 355-367. doi.org/10.1007/s10648-012-9201-3
- Selander, S. & Kress, G. (2010). *Design för lärande - ett multimodalt perspektiv*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturvetenskap som allmänbildning - en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.

- Skolverket (2003). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011). *Läroplan för gymnasieskolan*. Stockholm: Skolverket.
- Smith, E. & Lott, G. (1983). *Ways of going wrong in teaching for conceptual change: Report on the Conceptual Change Project*. Michigan: Michigan state university.
- Stavy, R., Eisen, Y. & Yaakobi, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), s. 105-115. doi.org/10.1080/0950069870090111
- Storey, R. (1989). Textbook errors & misconceptions in biology: photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 51(5), s. 271–274. doi.org/10.2307/4448924
- Svandova, K. (2014). Secondary School Students' Misconceptions about Photosynthesis and Plant Respiration: Preliminary Results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1), s. 59-67. doi.org/10.12973/eurasia.2014.1018a
- Tesch, R. (1990). *Qualitative Research: Analysis Types and Software Tools*. London: Routledge Falmer.
- Weber, R.P. (1990). *Basic Content Analysis*. London: Sage Publications.
- Wynn, A., Pan, I., Rueschhoff, E., Herman, M. & Archer, E. (2017). Student Misconceptions about Plants – A First Step in Building a Teaching Resource. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 18(1), s. 1-4. doi.org/10.1128/jmbe.v18i1.1253
- Özay, E. & Öztaş, H. (2010). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biology Education*, 37(2), s. 68-70. doi.org/10.1080/00219266.2003.9655853