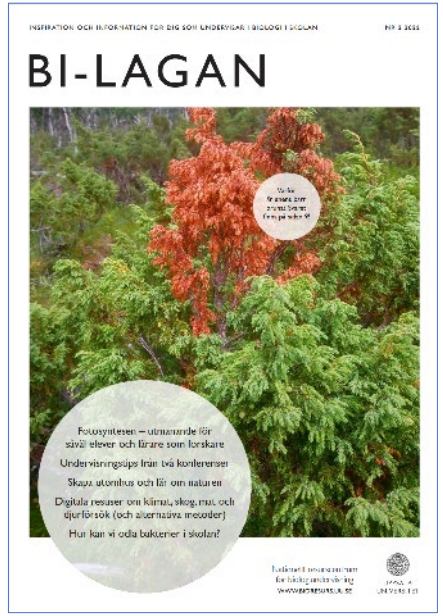
Workshop fotosyntes (STEMup Lund 26)

- Något om organisationsnivåer
- Fotosyntes och cellandning – livsviktigt och klurigt
- Kolla växter med USB-mikroskop
- Äggkartongsövning
- Tips på datorsimuleringar

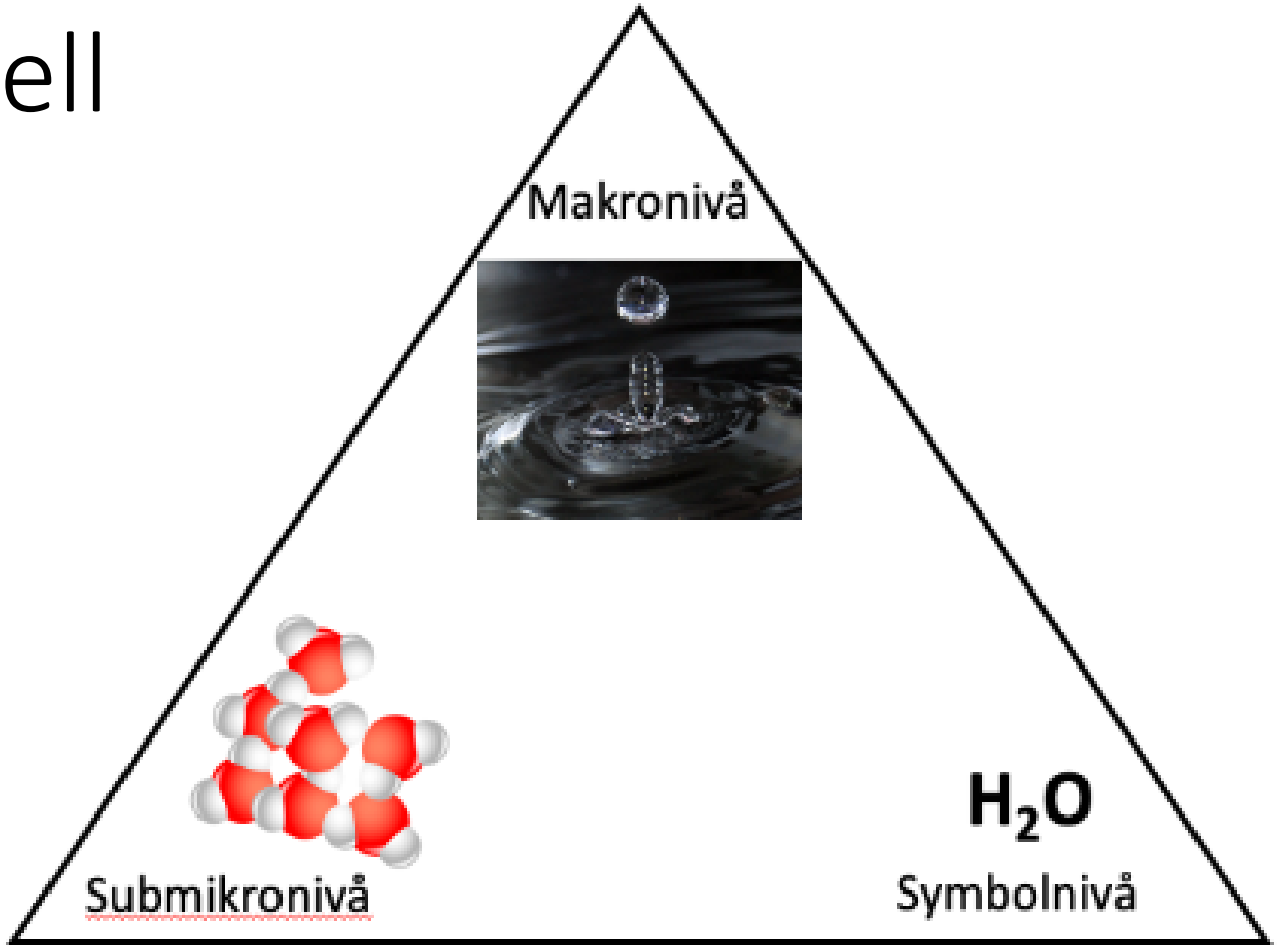


Ammie Berglund (ammie.berglund@bioresurs.uu.se)
Nationellt resurscentrum för biologiundervisning (www.bioresurs.uu.se)

NO - biologi & kemi (och fysik…) –
från atomer och molekyler till hela jorden

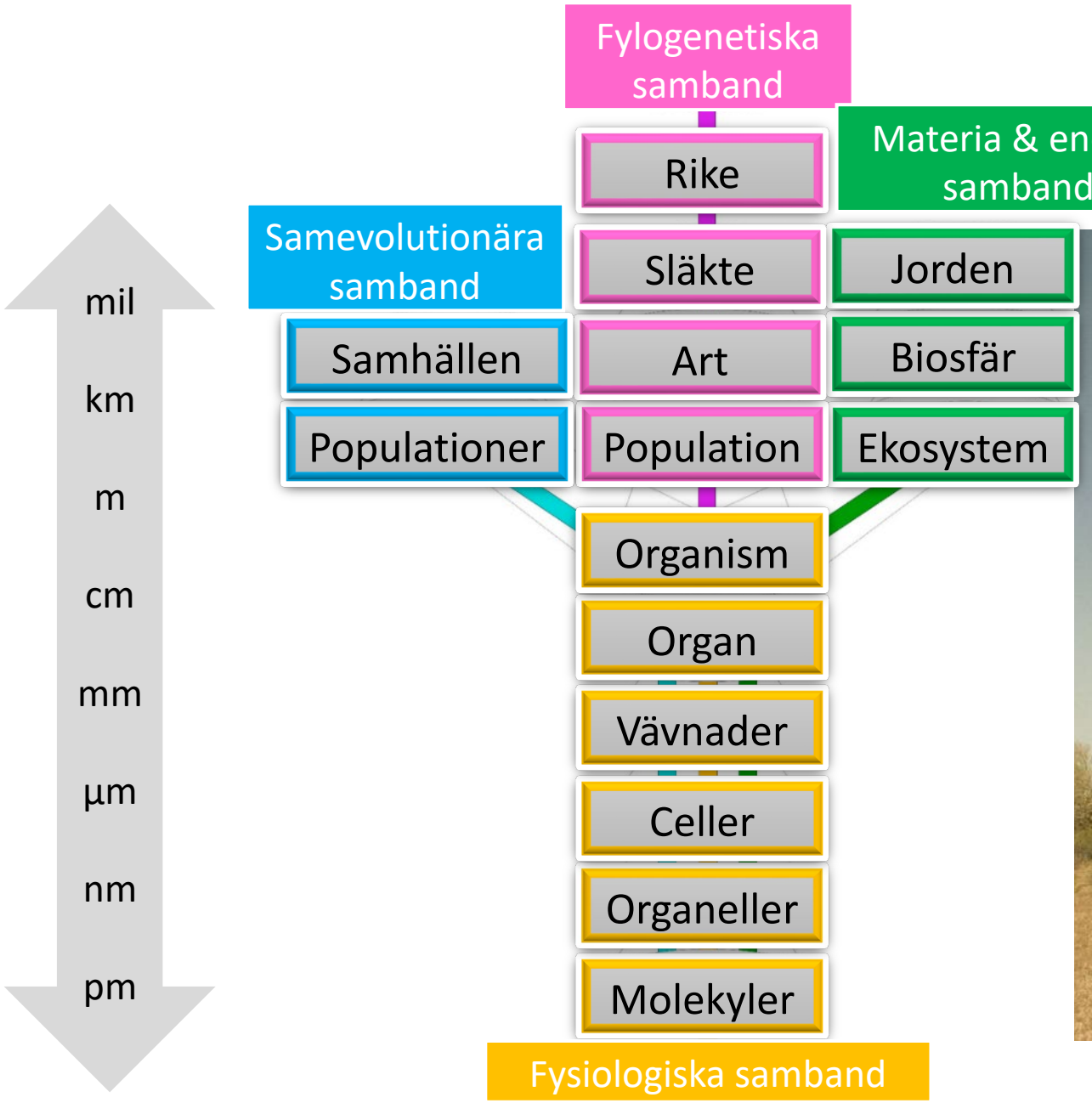
Kemi – didaktisk modell

- Johnstones triangel
- Symboler & Representationer
- Skala



Figur 1: Kemins tre nivåer

Biologi: ORGANISATIONSNIVÅER



- Hur fungerar den? **Hoppa neråt**
- Betydelse? Effekter? **Hoppa uppåt**

- Stöttning? Explicit ”var är vi nu?”, ”hoppen”
- **Sammanhang styr vilka organisationsnivåer som är relevanta**

Skala – ett TRÖSKELBEGREPP

Schneeweiß N & Gropengießer H (2019). Organising Levels of Organisation for Biology Education: A Systematic Review of Literature. *Educ. Sci.* 9(3), 207

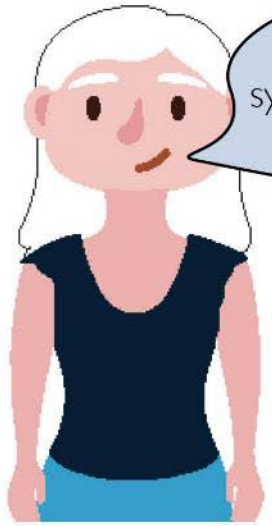
Fotosyntes och cellandning

- Livsviktiga och pågår hela tiden
- Ger mat och byggmaterial
- Konkret – men ändå…

…utmanande att lära och undervisa om

Är en orsak växtblindhet?
Svårt greppa det unika med att växter är **autotrofer**

Alla har missförstått?



Växter kör fotosyntes på dagen och cellandning på natten

Växter blir större eftersom de suger upp vatten och näring från jorden

Solljus omvandlas till socker i växterna när de gör fotosyntes

Klorofyll omvandlas till socker i växter som står i solljus

Fotosyntesen finns för att ge djur syre och mat

Eller förresten - det viktigaste är att det bildas energi av fotosyntes

Växter behöver inte cellandning eftersom de får energi från solen

Den viktigaste produkten av fotosyntes är syrgas

Cellandning behövs bara när det är mörkt, annars är det fotosyntes

Växter har fotosyntes och djur har cellandning, det är skillnaden

Hur tänker du?

Vad säger forskningen?

- Litteraturöversikt (2000-2022)
- Olika aspekter av fotosyntes/cellandning
- Åk 1-6 (PE), åk 7-9/Gy (SE), universitet (UE), lärarstudenter (PST)

- Svårt med **kemisk förändring** (dock studerat enbart för SE)

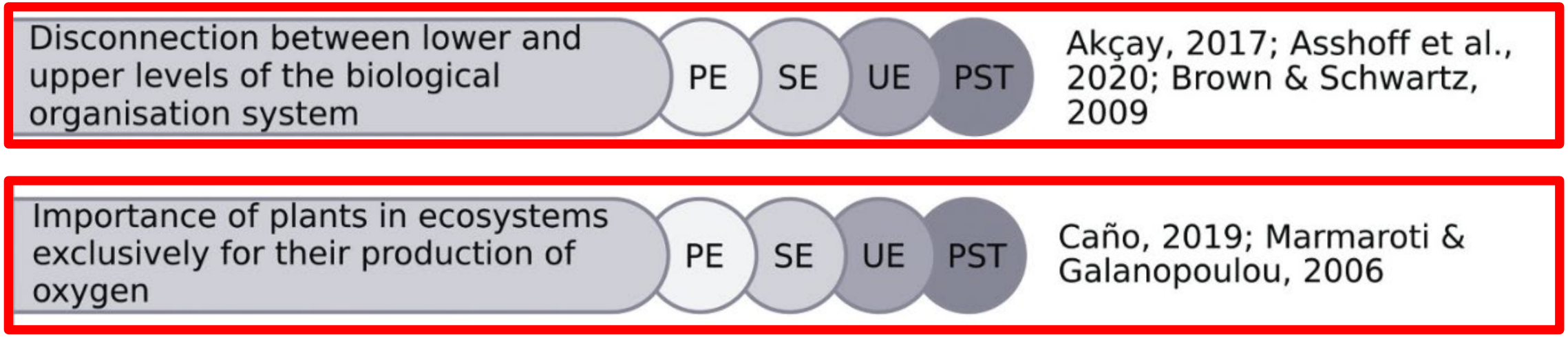
Key idea	Teaching/learning difficulty	Identified educational stages	References
EK2. Photosynthesis (Macroscopic perspective)	Photosynthesis takes place regardless of light and continuously	PE SE	Anderson et al., 2014; Lim & Poo, 2021
	Leaves as the only structure where photosynthesis takes place	PE SE PST	Gobec & Strgar, 2019a; Skribe Dimec & Strgar, 2017
	Disconnection between the role of roots and photosynthesis	SE	Barrutia & Díez, 2021
	Photosynthesis as a mere exchange of gases	PE SE UE PST	Brown & Schwartz, 2009; Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Parker et al., 2012; Skribe Dimec & Strgar, 2017
	Photosynthesis as an energy producing process	PE SE UE PST	Parker et al. 2012; Skribe Dimec & Strgar, 2017; Yenilmez & Tekkaya, 2006
EK2. Photosynth. (Matter persp.)	Discrete composition of matter and substances (difficulties working with molecules and atoms)	PE SE	Düsing et al., 2019b; Marmaroti & Galanopoulou, 2006
	Source of plants' biomass in their environment rather than in the atmospheric CO_2 gas fixated	PE SE UE PST	Anderson et al., 2014; Brown & Schwartz, 2009; Hartley et al., 2011; Schramm et al., 2018
	Ignorance of the carbon element and its location in biological systems and its constituents	SE UE	Bledsoe, 2013; Düsing et al., 2019b
EK2. Photosynth. (Energy persp.)	Energy as a fudge-factor and without a clear and common conceptualisation across different scientific disciplines	PE SE UE PST	Chabalengula et al., 2012; Mohan et al., 2009; Ryoo & Linn, 2014
	Representation of the photosynthesis as a chemical equation avoiding the energy transformation taking place	PE SE UE PST	Mohan et al., 2009; Ryoo & Linn, 2014
	Light energy as a reactant which is incorporated to the mass	PE SE	Marmaroti & Galanopoulou, 2006
...ficulties)	Macroscopic explanations of biological phenomena belonging to inferior levels of organisation	PE SE UE PST	Brown & Schwartz, 2009; Çokadar, 2012; Mohan et al., 2009; Parker et al., 2012
	Biological phenomena as processes other than chemical reactions	PE SE UE	Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Thörn et al. 2016

Chemical reactions as mixing processes (difficulties in understanding chemical change and transformation)	SE	Düsing et al., 2019b; Marmaroti & Galanopoulou, 2006
Informal or mixed reasonings not based on fundamental thermodynamical principles	PE SE UE PST	Hartley et al., 2011; Mohan et al., 2009; Parker et al., 2012; Wilson et al., 2006

Pedrera, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: a systematic literature review. *Studies in Science Education*, 1–36. https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2442243

Förståelse för växternas roll i ekosystem

- **Svårt koppla ihop** organisationsnivåerna
- Vanligt att **syret** framförs som ”det viktiga” med fotosyntes



Pedrera, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: a systematic literature review. *Studies in Science Education*, 1–36. https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2442243

Hur göra? **Motbevisande text**

”Hur göra?”: exempel på vad forskningen lyfter fram för undervisningsstrategier som visat positiva resultat.
OBS! Finns INTE EN metod som funkar i alla lägen.

Erbjud en variation av undervisningsaktiviteter som kopplas samman på ett bra sätt.

1. Påståendet:

2. Tydligt: ”Det är FEL”

3. Svar/förklara:

Klorofyllet ger bladen en grön färg.

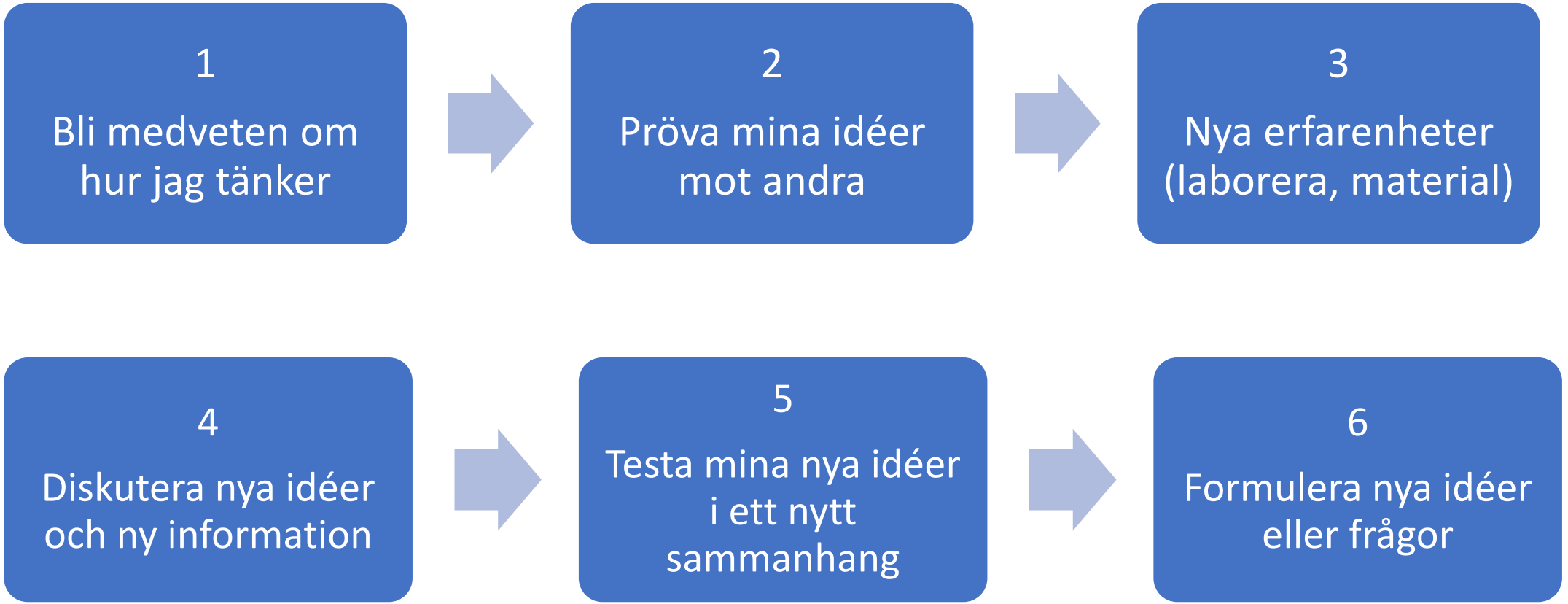
Det gröna finns kvar i bladen på växten, något annat som omvandlas

Koldioxid och vatten omvandlas till socker (klorofyllet hjälper till)

Hur göra? Concept cartoons

https://www.skolverket.se/kompetensutveckling/stod-i-arbetet/concept-cartoons-livsprocesser-for-djur-och-vaxter-arskurs-7-9

Hur göra? Concept cartoons + mer!



Conceptual Change Model (Stephans 2003)

Hur göra? **Naturvetenskapliga undersökningar**

”Missförstånd”
”Alternativa uppfattningar”

Kan användas **konstruktivt**

Den viktigaste produkten av fotosyntes är syrgas

Aha! Växten bygger sig själv

Och vi äter dem…

Foto Pixabay
Stepping stones – analogi för utveckling av förståelse över tid

Hur göra? **Naturvetenskapliga undersökningar**

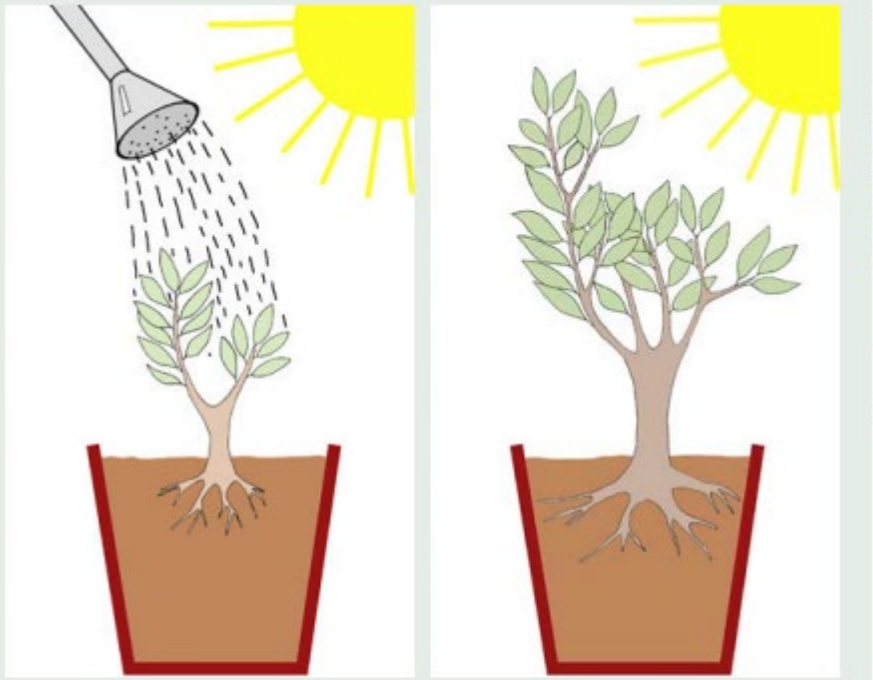
”Missförstånd”
”Alternativa uppfattningar”

Kan användas **konstruktivt**

Start: ”Växter äter från marken och vattnet” (zoocentrisk, heterotrof tankemodell – djuren dominerar…)

Hur skulle vi kunna testa om det stämmer?

Mentala modeller utvecklas över tid



Jan Baptist van Helmont planterade ett pilskott i en kruka med drygt 90 kg jord, som han vattnade vid behov. Efter fem år hade trädet ökat ungefär 74 kg i vikt (jordens vikt hade knappt påverkats). Han drog felaktigt slutsatsen att ökningen i biomassa kom från vattnet.

Inspireras av ett klassiskt experiment!

Hur göra? **Aktivt lärande observera, experimentera**

Organism

Organ

Makronivå

Rot, stam, blad, lungor, solljus, vatten, växt, djur

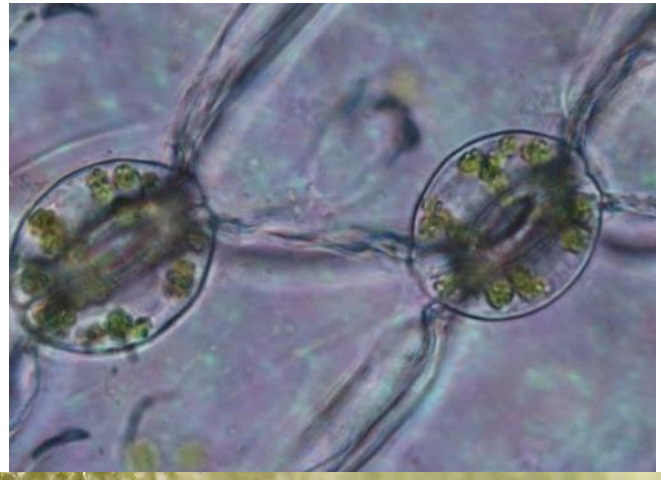
Vävnader

Celler

Organeller

Mikronivå

Klyvöppningar, celler, kloroplaster, mitokondrier



Exempel på USB-kamera som riktats mot ett blad. Förstoringen syns på datorns skärm.

Titta på celler

– med USB-mikroskop

Ett alternativ eller komplement till ljusmikroskop är att använda USB-mikroskop – som egentligen är ett slags digital kamera med möjlighet att zooma in med exempelvis 50x och 200x förstoring.

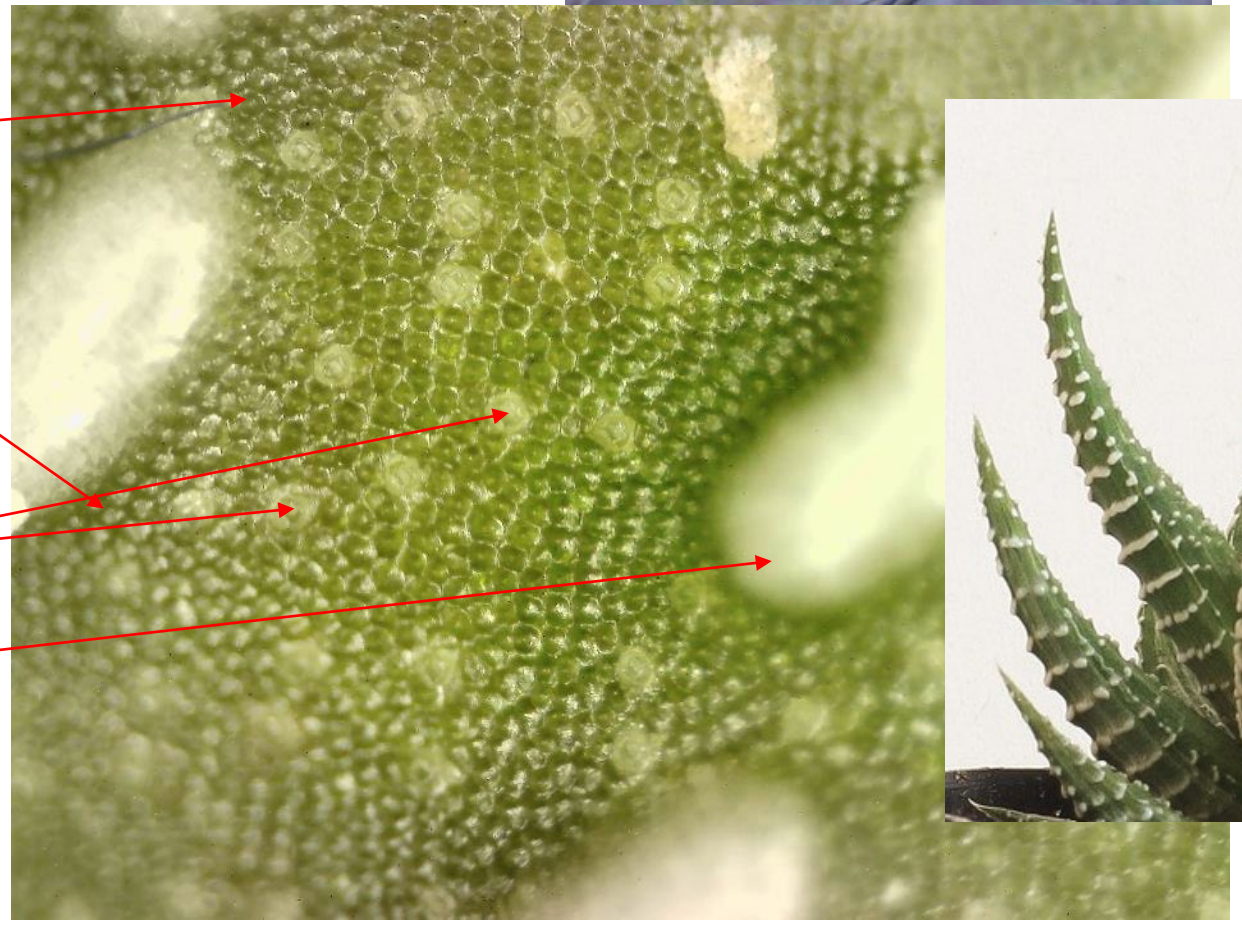
[Cellbiologi - Nationellt resurscentrum för biologiundervisning]

”Uppleva mikronivån”

Celler
Cellväggar

Klyvöppningar

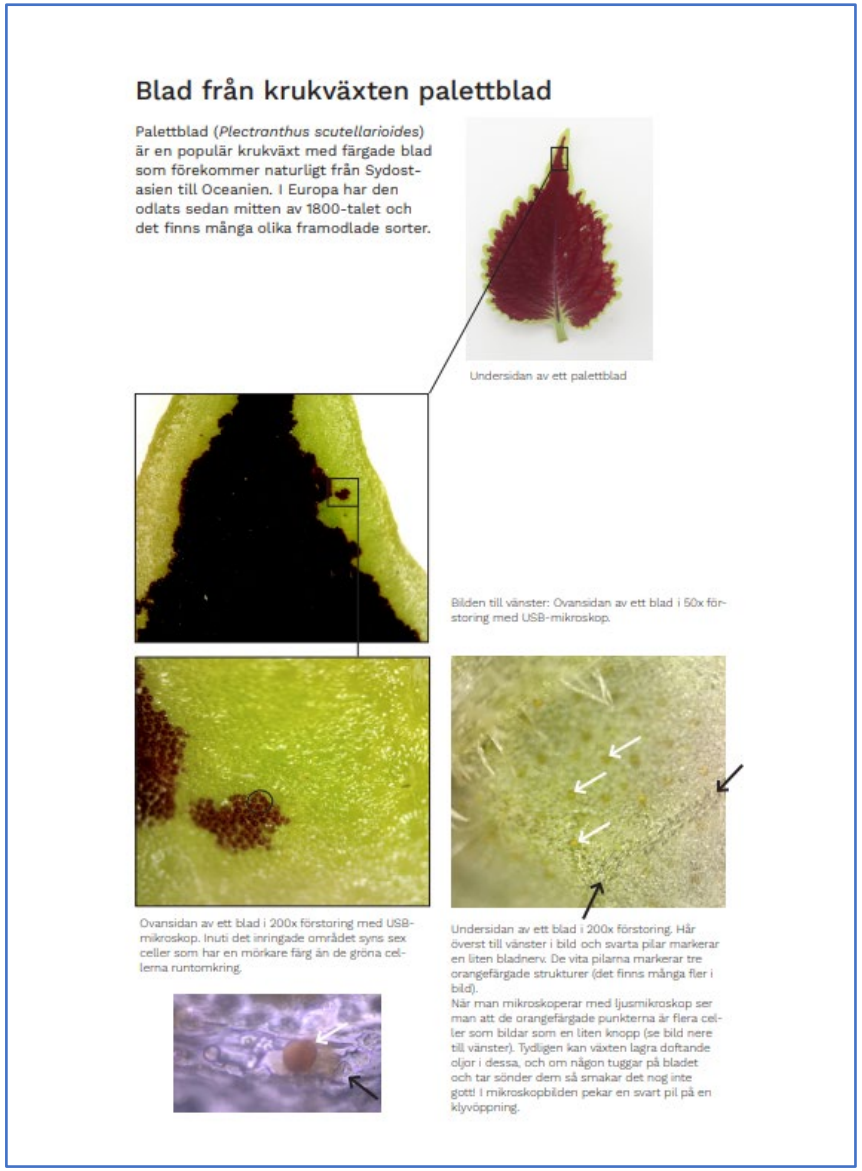
Vita strukturer



Titta nära

- **USB-mikroskop** (kopplad till dator) (x 200)
- **Darwin2** (med display) (x 300-400)
- **Handluppar** (x 10)

- Palettblad - celler
- *Haworthia* – klyvöppningar
- Granbarr – klyvöppningar
- Håriga växter
  (körtelhår, ”vanliga hår” (trikomer)

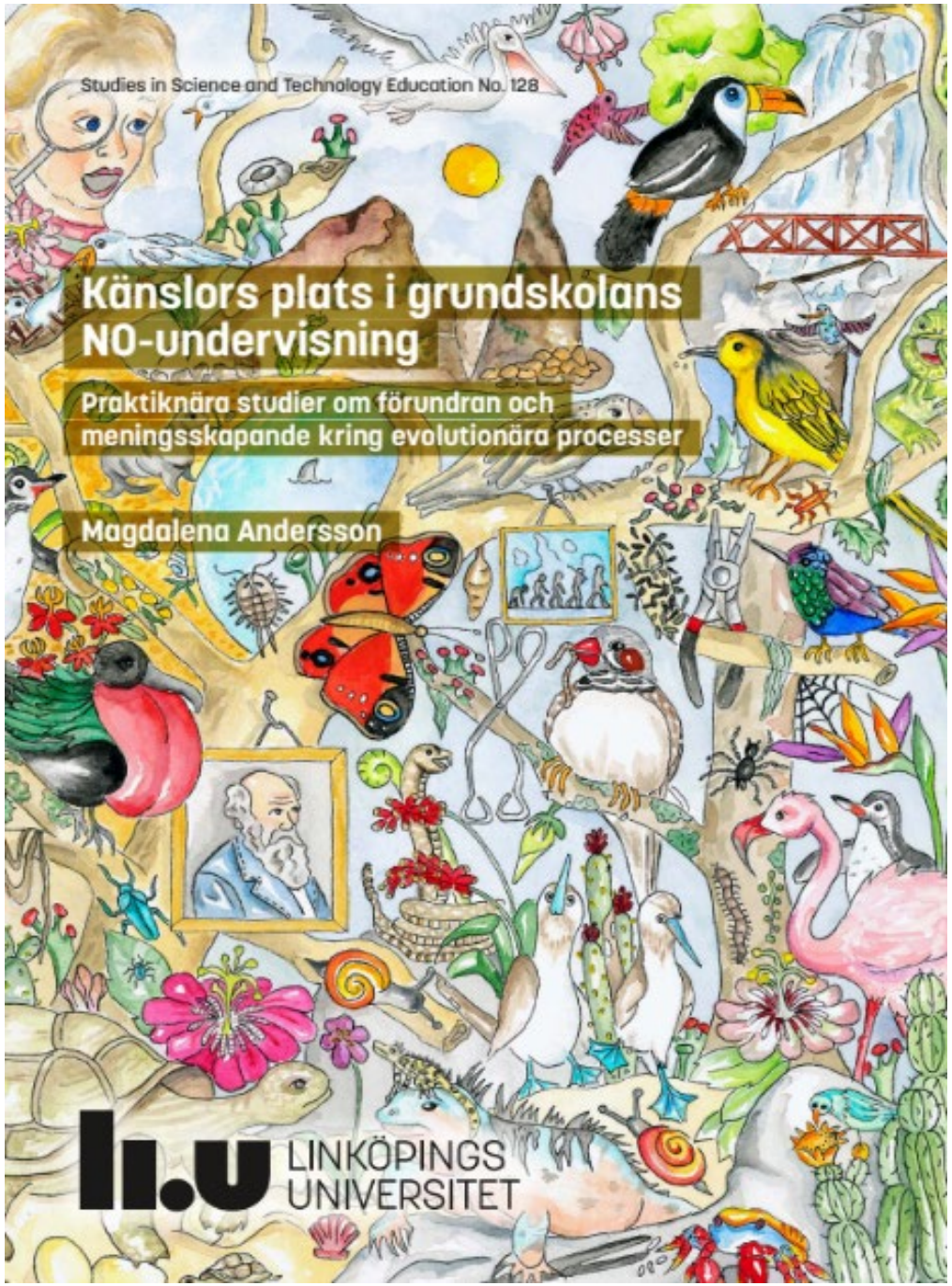


Undersökande arbete är viktigt av många skäl

- **Förundran**
- Kunskaper + emotioner + estetiska upplevelser
- Lästips:
  Går det att planera för förundran i skolans NO-undervisning? (ATENA Didaktik, 2025)

Magdalena Andersson

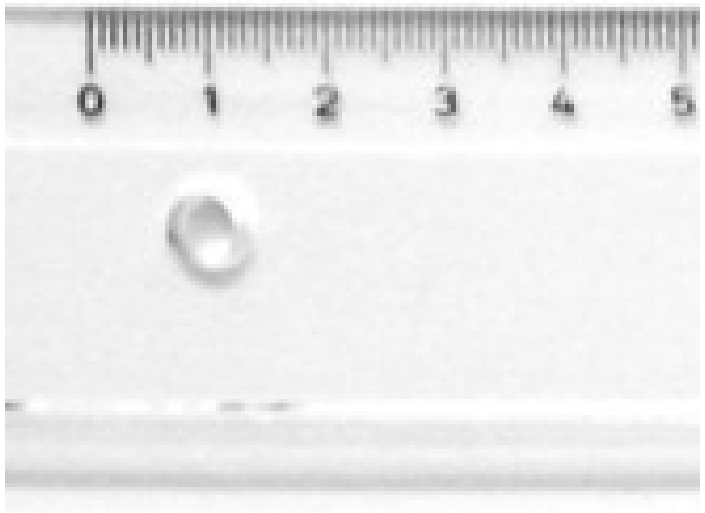
https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1955398&dswid=34

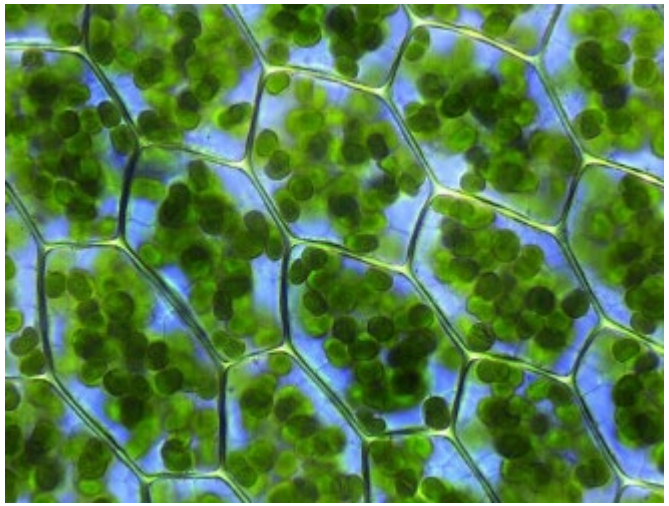


Fascinerande med siffror och skala?

På 1 mm får det plats :
10 växtceller på 1 mm
100 kloroplaster på 1 mm

10 000 klorofyllmolekyler i en kloroplast
1 000 000 klorofyllmolekyler på 1 mm





Klorofyllmolekyl 1 nm
Kloroplast 10 um
Växtcell 100 um

Hur göra? **Aktivt lärande modellera, simulera**

- **Spåra materien** (atomerna och molekylerna – var tar de vägen?)

- Håll koll på **energiomvandlingarna** (ljus - - - kemisk energi)
- **Var är vi?** Stötta i organisationsnivåer(kloroplast, cell, växt, djur…)

Jobba från olika perspektiv – knyt ihop olika aktiviteter

Parker, J. M., Anderson, C. W., Heidemann, M., Merrill, J., Merritt, B., Richmond, G., & Urban-Lurain, M. (2012). Exploring undergraduates' understanding of photosynthesis using diagnostic question clusters. *CBE Life Sciences Education, 11*(1), 47-57. https://doi.org/10.1187/cbe.11-07-0054

Exploring Undergraduates' Understanding of Photosynthesis Using Diagnostic Question Clusters (nih.gov)

Progression?

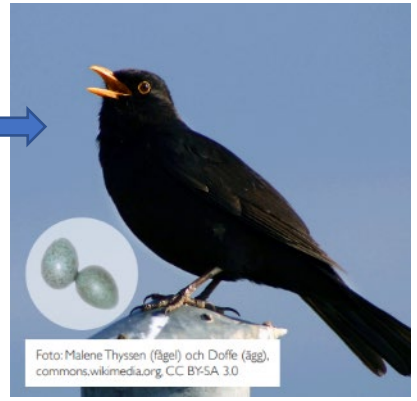
Progression för fotosyntes/cellandning?

Åk 1-3: Enkla **näringskedjor**

Fotosyntes: Växternas basala roll i näringskedjor

?

Livscykler: vi växer, utvecklas
byggmaterial + **energi** behövs



Systemtänkande – vad betyder pilarna?

Larv: Tomasz Górny (Nemo5576, CC BY-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, via Wikimedia Commons

Åk 4-6: Fotosyntes och cellandning

- Hur får växterna byggmaterial och energi?

Byggmaterial: luftens koldioxid och vatten

Energi: från solljus

Foto: Pixabay

Organism

Organ

Makronivå

Träd, äpple

Åk 7-9: Ekosystems energiflöde och kretslopp av materia. Fotosyntes, förbränning och andra ekosystemtjänster.

Syftet med övningen:

synliggöra det osynliga

Varifrån kommer byggmaterialet (molekylerna)?

Var tar de vägen?

Energiomvandling

Molekyler

Submikronivå

Atomer och molekyler,
syrgas, koldioxid, vatten, glukos,
energirika molekyler

Äggkartongsövning – ”nybörjarmodell”

Ni har fått jobb i ”fotosyntesverkstan” i ett blad

Ni bygger socker

1. Hämta byggmaterial:

- Rot-stationen (1 st vatten)
- Luft-stationen (1 st koldioxid)

OBS! Ni bygger med hjälp av solljus (hämta lappar i fönster)

2. Om det är ljust, då går molekylerna ”sönder” alla kulor släpps fria i lådan ni har.

3. Bygg rader i den stora äggkartongen med de kulor ni har i lådan. Bygg VIT+SVART+RÖD+VIT i varje rad – ordning och reda! Hämta mer om ni behöver.

4. Vad har ni byggt? Blev det något över?

Jfr. Kemi:
enkel partikelmodell

Guidad modellering – lärarstopp!

- **Vad har ni byggt?** Socker
- **Vad blev över?** Röda kulor, det är syre – de går ihop två och två i syrgasmolekyler – (dela ut formar för syrgas).
- Syret läcker ut från växten – lägg syrgasen vid ”luftstationen”
- Vad säger ni om era sockermolekyler, visst är de stora?
- Solljusets energi satte fart på det som hände, och en del av den energin finns lagrad nu i sockermolekylen – (dela ut ”energimarkeringar” att lägga i sockerformen)

Guidad modellering – lärarstopp!

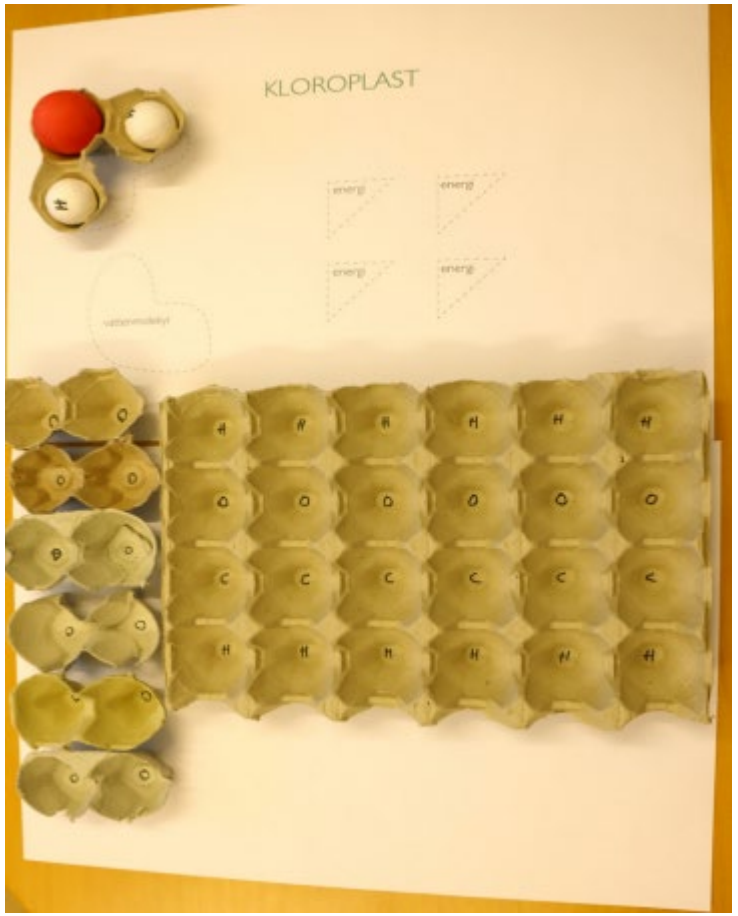
- **Vad kan växten använda sockret till?** Bygga upp sig, växa, bli större
- Men att bygga kräver energi, och energin sitter ju fast i sockret.
- **Kan vi få ut energin ur sockermolekylen?** Ja, om den ”förbränns”

En grupps sockermolekyl används som demonstration:

1. Plocka ut alla kulor till sina platser i de tomma formarna för vatten och koldioxid.
2. Går det jämnt ut? Fattas något?
3. Det går åt syre. Det vi gjort nu kallas för cellandning.
4. Energin är nu möjlig att använda till att t.ex. bygga ihop några sockermolekyler! (använd de andra gruppernas socker och sätt ihop i en rad)

Äggkartongsövning – ”avancerad modell”

Startläge



10 steg

Visar vad ljusenergin har för nyckelfunktion i fotosyntesen

Kan svara på frågan: varifrån kommer atomerna till syrgasen?

Del 1. Fotosyntes

1. Hämta en vattenmolekyl och fyra ljusenergilappar från de platser i klassrummet som är markerade för rötter och ljus.
2. Placera den nya vattenmolekylen på den andra platsen för vattenmolekyler.
3. Ljusenergin bryter bindningarna mellan väte och syre i båda vattenmolekylerna. Lyft ut alla atomer.
4. Omvandla ljuslappen från ljusenergi till kemisk energi (vik till en triangel). Lägg väteatomerna på varsin energilapp.
5. Syreatomerna bildar en syrgasmolekyl (fyll på i en tom syrgasmall).
6. Ta med syrgasmolekylen till klyvöppningen som finns markerad i klassrummet. Hämta samtidigt en koldioxidmolekyl.
7. Plocka isär koldioxiden och börja med att bilda en vattenmolekyl med två väteatomer och en syreatom från koldioxiden.
8. Placera resten av atomerna (väten, kol och syre) i den blivande glukosmolekylen. Fyll en rad i taget. Ta med den kemiska energin och lägg under atomerna.
9. Ta bort de tomma molekylmallarna.
10. Börja om från punkt 1. Upprepa tills glukosmolekylen är klar.

Molekyler

Submikronivå

Atomer och molekyler,
syrgas, koldioxid, vatten, glukos,
energirika molekyler

Syftet med övningen: synliggöra det osynliga

Varifrån kommer byggmaterialet (molekylerna)? Var tar de vägen?

Energiomvandling

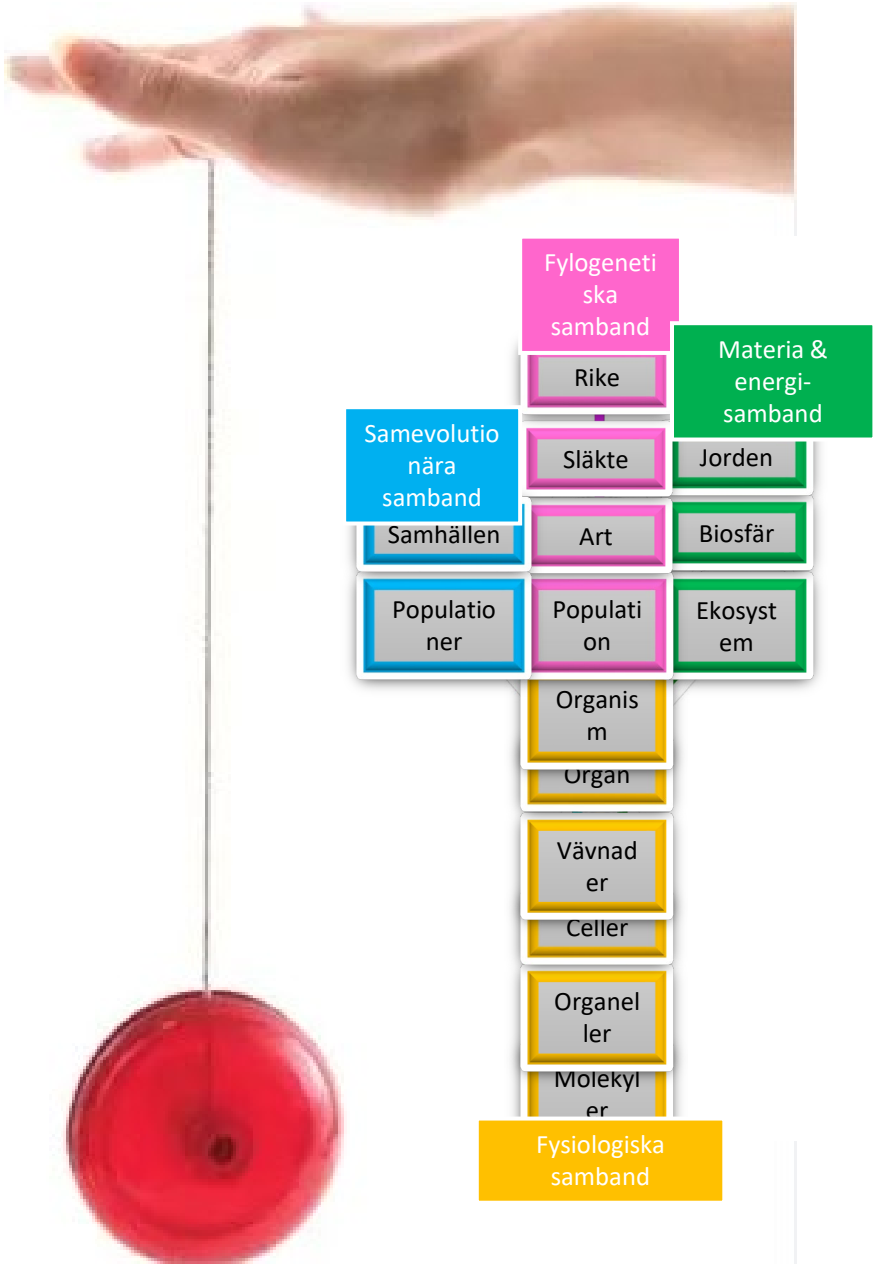
Diskutera:

- När kan övningen med detta upplägg passa in – vilka årskurser?
- Hur kan man organisera arbetet så att det flyter på med eleverna?
- Hur ge stöttning för hopp mellan organisationsnivåer?

Yo-yo learning & teaching

- **Minskar kognitiv belastning:** Hjälper elever att hantera abstrakta och komplexa ämnen som genetik och immunologi.
- **Främjar systemtänkande:** Förhindrar fragmenterad kunskap genom att ständigt koppla mikroskopiska processer till hela organismen.
- **Uppmuntrar till förståelse av sammanhang:** Binder samman isolerade fakta till en helheter.

Utvecklat genom didaktisk forskning t ex inom genetik-området



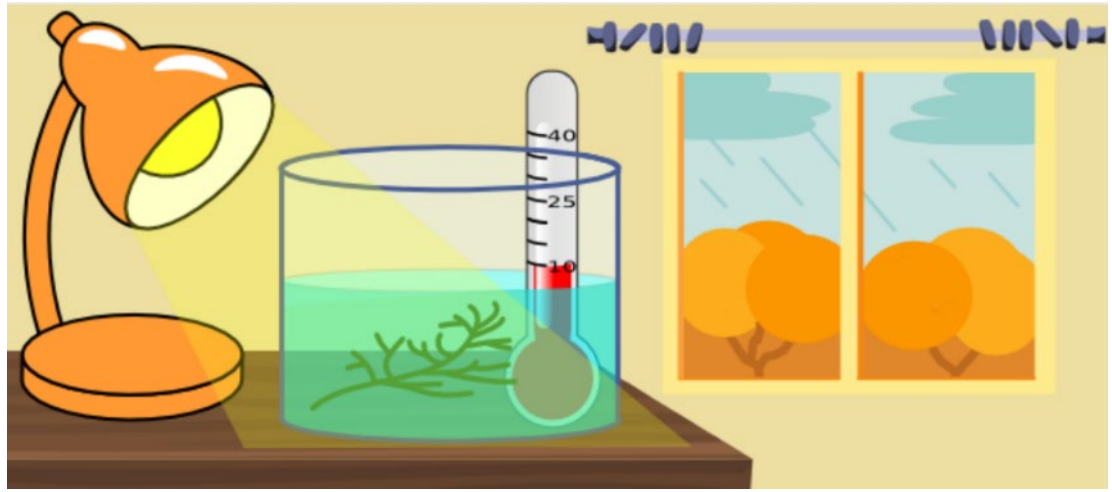
Hur byggs en tomat? – Parövning med metareflektion

mil
km
m
cm
mm
µm
nm
pm

- Person 1 förklarar hur **fotosyntes** kan hjälpa till att ”göra” en tomat
- Person 2 lyssnar och fokuserar på vilka ”hopp” som görs mellan organisationsnivåerna (makro, mikro, submikro) (ev. peka upp/ner)
- **Byt roller**: den andra personen får förklara hur **cellandning** också behövs för att ”göra” en tomat

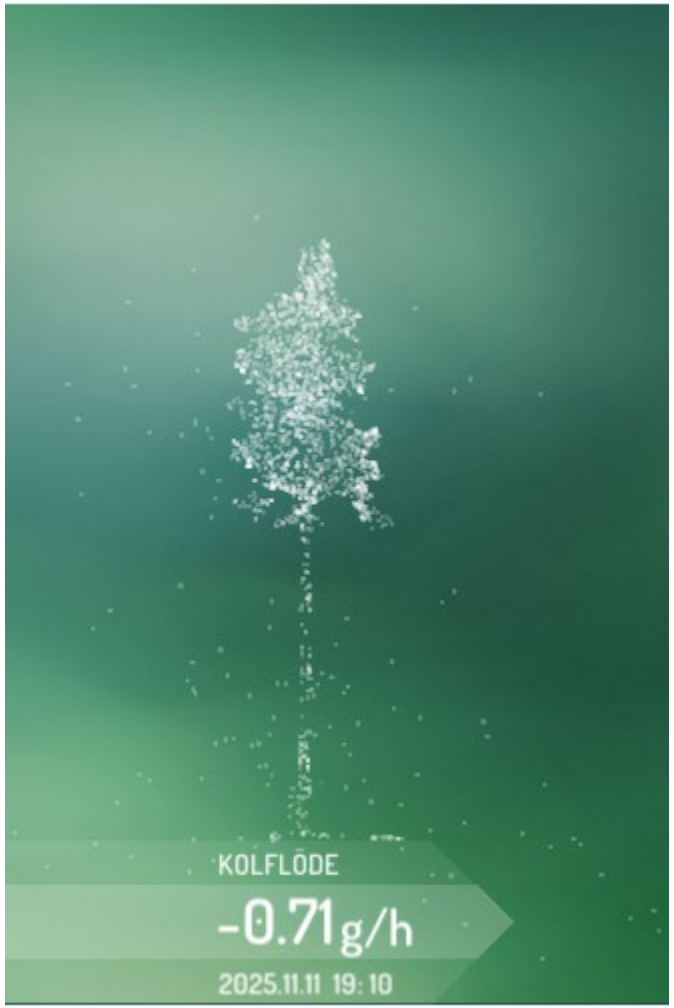
Digitalt verktyg - simulering

- Enkelt verktyg för att visa ljusstyrkans och temperaturens påverkan på fotosyntesen (**miljöfaktorer**)
- Fotosyntes/cellandning simulering
- Mäter syrgasbildning – mått på fotosynteshastighet



Kolträdet

Mäter flödet
av kol
in och ut ur
trädet



- https://www.hiilipuu.fi/index.php/sv/home-svenska/

Vad och **varför** om fotosyntes?

Typ av *scientific literacy**)	Tema för fotosyntesundervisning**)
Vision I (förstå naturvetenskapliga begrepp och modeller)	A. Fotosyntes är ett naturvetenskapligt fenomen B. Fotosyntes är en drivkraft i biologiska och geologiska processer och kretslopp
Vision II (få användning av kunskaper i vardagslivet)	C. Betydelsen av fotosyntes för hållbarhet
Vision III (bli handlingskompetenta samhällsmedborgare)	D. Sociala perspektiv på fotosyntes som en viktig framtidsfråga

*) Visionerna beskrivs av Roberts 2007 och Sjöström 2017

**) Delphistudie: Eriksson, Gericke, and Olsson (in review)

Anders Eriksson
Karlstads universitet
Disputation 18/12 2025

Hur?

Undervisa utifrån alla visioner?

Samskapande av lektioner lärare/forskare,
flera **cykler** av utveckling

- Vilka är lärandemålen? Vad vet eleverna redan?
- Vilka aspekter är viktigast för eleverna?
- Hur kan lektionerna struktureras och bli relevanta för eleverna?

Teaching for photosynthesis literacy: an education design research study . *J of biological education* (Eriksson et al 2025)

Resultat: 10 lektioner

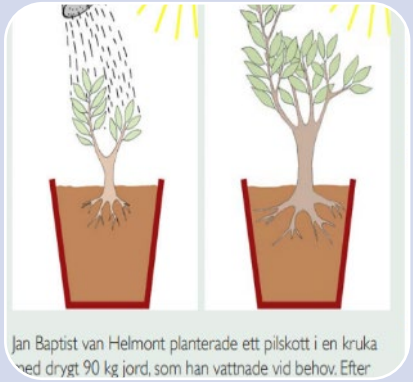
1

Utomhus

Jämföra unga/gamla träd mm.

Vision I

Vision III



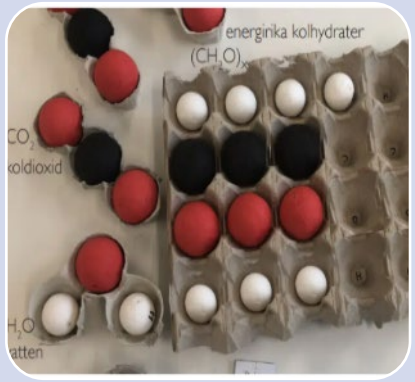
2

Historiskt experiment

Starta odling av örter från frön

Vision I

Vision II



3

Modellera fotosyntes ”äggkartong-övningen”

Vision I

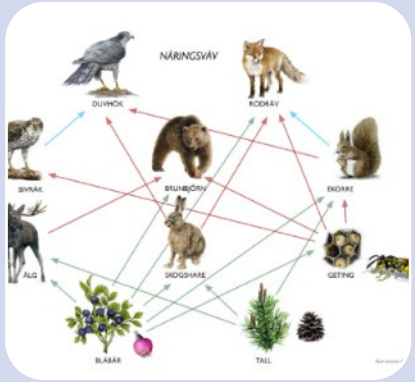
4

Repetition av övning

Kolets kretlopp

Vision I

Vision II



5

Näringsväv

Vad händer om…?

Energipyramid

Vision I

Vision II

Resultat: 10 lektioner

6

Slutet ekosystem

Diskussion planeten som

Vision I

Vision II

Vision III

7

Ekologiska begrepp

Concept mapping

Vision I

Vision II

Vision III

8

Argumentera

Hållbarhet

Fotosyntes

Vision III

9

Hur är olika företag beroende av fotosyntes?

Vision I

Vision II

Vision III

10

Quiz för individ & grupp

Skörda örter

Egen odling

Vision I

Vision II

Vision III

Tack för idag!

- Hör gärna av er med idéer eller frågor:

info@bioresurs.uu.se

ammie.berglund@bioresurs.uu.se