

FORMATIV UTVÄRDERING MED FOTOSYNTES SOM EXEMPEL

PROJEKT NORDLAB-SE
Inst för pedagogik och didaktik
Göteborgs Universitet
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)
Fax: +46-(0)31-7732060
E-post: anita.wallin@ped.gu.se

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Ann Zetterqvist, Anita Wallin.

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen för Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)
Veijo Meisalo (FI)
Baldur Gardarsson (IS)
Thorvald Astrup (NO)
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

OM PROJEKTET NORDLAB-SE

Syfte

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

Tonvikt på förståelse

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

Teman

Naturvetenskapens arbetssätt. Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

Naturvetenskapens innehåll. Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

Naturvetenskapen i samhället. I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

Användning

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

Framtagen materiel

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

INNEHÅLL

UNDERVISNING OCH LÄRANDE I ETT NÖTSKAL	5
Lärarens perspektiv	5
Elevens perspektiv	6
VAD ÄR FORMATIV UTVÄRDERING?	6
MÅL OCH BETYGSKRITERIER	7
Mål ur lärarens perspektiv	7
Mål ur elevens perspektiv	8
Betygskriterier	9
ELEVERS FÖRESTÄLLNINGAR	10
DIAGNOSTISKA TEST	11
Möjligheter	11
Ett exempel	12
FORMATIV UTVÄRDERING UNDER PÅGÅENDE LEKTIONER	15
Problemlösning för diagnos och återkoppling	15
Dagbok	17
PROV OCH LÄRANDE	18
VARFÖR KAN DET VARA SVÅRT ATT FÖRSTÅ FOTOSYNTESEN?	19
VAD KARAKTÄRISERAR EN GOD MILJÖ FÖR LÄRANDE I NATURVETENSKAP?	23
Formativ utvärdering i centrum	23
Eleven i centrum	23
Kunskapen i centrum	24
Eleven vågar fråga och försöka	20
Dörren till världen är öppen	24
NOTER OCH REFERENSER	25
BILAGA 1. NÅGRA FRÅGOR OM VÅR NATUR	26
BILAGA 2. UPPGIFTER OM FOTOSYNTES	28

FORMATIV UTVÄRDERING MED FOTOSYNTE SOM EXEMPEL

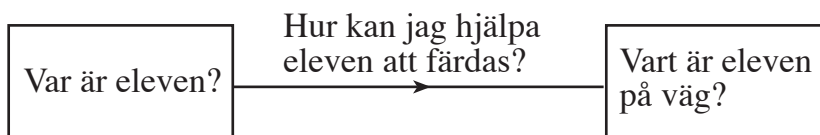
Undervisning kan sägas gå ut på att hjälpa eleven att färdas från sitt utgångsläge till uppställda mål. Ett bra hjälpmedel i detta arbete – för både lärare och elever – är formativ utvärdering. Med en sådan menas alla utvärderingsaktiviteter som ger information, vilken används till att försöka förbättra undervisning och lärande. I enlighet med detta diskuteras i denna workshop tre saker. Den första är vilka mål som kan gälla för området 'fotosyntes'. Den andra är vad forskningen har att säga om hur elever förstår och förklarar olika aspekter av det som för naturvetaren är fotosyntes. Den tredje saken är olika metoder för formativ utvärdering, såsom diagnostiska test, problemlösning i grupp, dagboksskrivande och prov för både lärande och bedömning. Många konkreta exempel inom området fotosyntes ges. Bland annat ingår ett internetbaserat test, som kan ge både lärare och elever en snabb överblick över klassens kunskaper.

UNDERVISNING OCH LÄRANDE I ETT NÖTSKAL

Lärarens perspektiv

Man kan säga att undervisning ur lärarens synpunkt handlar om att besvara tre viktiga frågor:

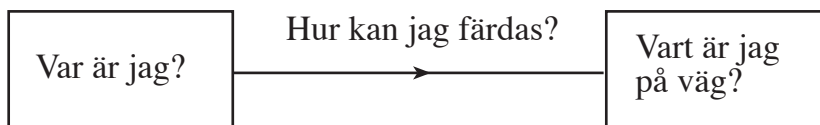
1. Vart är eleven på väg? (Lärandets mål)
2. Var är eleven? (Lärandets utgångsläge)
3. Hur kan jag hjälpa eleven att färdas från utgångsläge till mål? (Undervisningen och lärandet.)



Elevens perspektiv

Analoga frågor är aktuella för eleven själv:

1. Var är jag? (Att veta vad jag kan och inte kan, att vara medveten om hur jag tänker och att andra kanske tänker annorlunda, att veta när jag inte förstår och kunna ställa frågor om det som är oklart.)
2. Vart är jag på väg? (Att ha en uppfattning om målet för lärandet)
3. Hur kan jag färdas? (Att aktivt söka vägar för att lära, t. ex. diskutera med lärare och kamrater, ställa frågor, läsa texter, vrida och vända på kunskapsbitar och försöka koppla ihop dem.)



VAD ÄR FORMATIV UTVÄRDERING?

Uttrycket 'formativ utvärdering' syftar på utvärdering som ger information till lärare och elever, vilken används till att försöka förbättra undervisning och lärande. Det finns många möjligheter att få sådan information. Läraren kan studera och reflektera över svar på prov och diagnostiska test, lyssna på elevers diskussioner, föra dialog med enskilda elever, studera redovisningar, läsa dagböcker... Eleven kan ta del av upplysningar om vad han/hon inte förstått och av studieanvisningar, som läraren ger i form av kommentarer till prov, hemarbete, dagböcker och annat. Också kommentarer och motargument från kamrater, liksom lämpliga självdiagnoser kan hjälpa eleven till ökad medvetenhet om vad han/hon kan och inte kan, och stimulera lärande.

Formativ utvärdering förekommer givetvis i alla klassrum. Om den förbättras, så kan också undervisning och lärande förbättras, vilket en omfattande vetenskaplig dokumentation visar.¹ Men denna förändringsprocess tar tid, så man skall inte vänta sig några lättköpta segrar.

Elevdeltagande i formativ utvärdering är väsentligt. Det är fråga om att förstå målen och kriterier för goda prestationer, att ta ansvar för sitt eget lärande och att praktisera självvärdering.

MÅL OCH BETYGSKRITERIER

Mål ur lärarens perspektiv

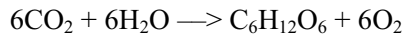
Låt oss nu försöka konkretisera det inledande resonemanget om formativ utvärdering med området fotosyntes som exempel. Vi börjar med ett förslag till mål, som är tänkt för grundskolans senare del och gymnasiets naturkunskapsundervisning. Målen är sedda ur lärarens perspektiv.

Efter att ha studerat arbetsområdet 'fotosyntesen' skall eleven kunna följande:

- Koldioxid från luften och vatten från jorden transporteras till växtens gröna delar. Där omvandlas dessa ämnen med hjälp av solljus till socker och syre. Omvandlingen kallas fotosyntes och kan skrivas så här:

koldioxid + vatten \longrightarrow socker + syre

eller, om eleverna har grundkunskaper om atomer och att dessa arrangeras om vid kemiska reaktioner, så här:



Reaktionen innebär att energi från solen binds i systemet 'socker + syre'. Man brukar inte vara så noga när man talar om detta utan säga att solenergin omvandlas till kemisk energi som är bunden i sockret.

Också vattenlevande växter utför fotosyntes. Koldioxiden som används finns löst i det omgivande vattnet.

- Växterna kan, i motsats till djuren, ta upp solenergi och omvandla denna energi till kemisk. Först bildas socker. Detta omvandlas i sin tur ofta till andra föreningar, som ger energi, och/eller används till uppbyggnad/tillväxt, t. ex. stärkelsen i en potatis eller cellulosan i ved.
- Fotosyntesen är växternas enda sätt att skaffa sig energi och det mesta av den materia (biomassa) som bygger upp 'kroppen'. Den energi som finns lagrad i växter är den enda energikällan för växtätande djur. Växterna är också den helt dominerande källan till den materia som bygger upp dessa djurs kroppar. Det betyder att utan växter så kan inga djur leva – ej heller människan! Men växter kan leva utan djur.
- Det allra mesta av den energi som människan använder för tekniska ändamål är solenergi som bundits i växtdelar genom fotosyntes. Maten vi äter och veden vi eldar är två exempel. Energin i olja, kol och gas kommer från forna tiders fotosyntes.
- För sin respiration tar växterna upp syre och avger koldioxid alla tider på dygnet. För sin fotosyntes tar de upp koldioxid och avger syre. Nettoresultatet av dessa två processer är att växterna på dagen tar upp koldioxid och avger syre. På natten är det tvärt om.*

* Det finns undantag från detta. Vissa kaktusar har sina klyvöppningar stängda under dagen för att inte förlora vatten, vilket medför att de ej kan ta upp koldioxid. De öppnar i stället sina klyvöppningar på natten, och tar då upp och lagrar koldioxid, som de sedan använder för fotosyntes då det är ljus.

Mål ur elevens perspektiv

Det är önskvärt att i början av ett undervisningsavsnitt klargöra såväl mål som betygskriterier för eleverna. Detta rymmer en paradox. Eleverna skall förstå något som de ännu inte har lärt sig! Kanske går det ändå att som inledning presentera några mål på ett sådant sätt att eleverna får en känsla för lärandets riktning. Efterhand som de gör framsteg kan målen utvecklas ytterligare.

Här följer ett förslag till mål för området 'fotosyntes', avsett för eleverna. Förhoppningsvis leder förslaget till debatt och förbättringar.

Om du sätter en växt i en kruka eller rabatt så tänker du nog att du planterar växten i jorden. Från jorden kan växten ta upp mineralämnena och vatten. Därför är planteringen i jorden helt nödvändig för att växten skall kunna leva och växa.

I avsnittet 'fotosyntesen' kommer du att få lära dig att en växt också måste vara planterad i luften! Den delen av planteringen är enklare. Du slipper smutsa ner fingrarna! Men planteringen i luften är lika viktig för växten som den i jorden. Luften är materia. I ett klassrum väger den flera hundra kilo. Den består av olika ämnen. De vanligaste är syre och kväve. Ett annat ämne är koldioxid. Växter behöver en del av dessa ämnen. Genom att vara planterade i luften så kan de ta upp dem.

Om dessa spännande saker och vad de betyder för djur och människor handlar området 'fotosyntes'. Målen är dessa:

Du skall veta

- att växter på dagen tar upp koldioxid från luften. Detta ämne och vatten från jorden transporteras till växtens gröna delar. Där omvandlas koldioxid och vatten med hjälp av energi från solen till socker och syre. Omvandlingen kallas fotosyntes och kan skrivas så här:

koldioxid + vatten \longrightarrow socker + syre

Solenergin binds i sockret. Växterna behöver denna energi för att leva och växa.

- att den materia som växten tar upp från luften (koldioxid) och marken (vatten och mineralämnena) också gör att växten tillväxer. Socker från fotosyntesen kan exempelvis omvandlas till cellulosa i ved.
- att fotosyntesen är växternas enda sätt att skaffa sig energi. Den energi som finns lagrad i växter är den enda energikällan för växtätande djur. Utan växter så kan inga djur leva – ej heller människan! Men växter kan leva utan djur.
- att energin i olja, kol och gas kommer från forna tiders fotosyntes.
- att växter utbyter syre och koldioxid med den omgivande luften och hur detta sker på dagen och på natten

Betygskriterier

Här följer ett förslag till betygskriterier:

För att få godkänd skall du kunna det som kortfattat beskrivs i de fem punkterna ovan. Meriterande är också att du ställer tydliga frågor om sådant som du inte förstått och använder de svar du får för att förbättra lärandet.

För att få väl godkänd skall du kunna använda kunskaperna som beskrivs i de fem punkterna. Det kan vara fråga om

- att lösa problem
- att berätta med egna ord vad lektionerna om fotosyntesen har innehållit, och att sedan samtala med dem om detta innehåll
- att skiva ett brev och berätta vad lektionerna om fotosyntesen har innehållit
- att skriva dagbok om lektionernas innehåll och då göra egna reflexioner

UPPGIFT 1

1. Diskutera de mål som ställts upp 'ur lärarens perspektiv'! Skiljer de sig från dina egna mål för området?
2. Diskutera de mål som ställts upp 'ur elevens perspektiv'! Hur försöker du skriva mål för eleverna angående sådant som de ännu inte har kunskap om, t. ex. fotosyntesen?
3. Alla mål som angetts ovan avser kunskaper. Behövs andra typer av mål, såsom att lära sig uppskatta växter? Om du svarar jakande, så ge exempel!
4. Diskutera för- och nackdelar med de föreslagna betygskriterierna. Om du tycker nackdelarna överväger, så föreslå alternativ.

ELEVERS FÖRESTÄLLNINGAR

En hel del undersökningar har gjorts angående hur elever förstår olika aspekter av fotosyntesen.² Ett exempel på frågeställning är följande:³

Ett litet träd planteras på en äng. Efter 20 år har det vuxit upp till ett stort träd. Trädet har blivit högre, och stammen har blivit tjockare. Trädet har fått fler blad, grenar och rötter. Trädet väger 250 kg mer än när det planterades. Varifrån kommer dessa 250 kg? Förklara ditt svar så fullständigt du kan.

Vanliga svar på denna fråga är, såväl före som efter undervisning, att 'kilona' kommer från marken i form av näring och/eller vatten. Det är relativt få elever, som efter undervisning anger luften som en källa till massökning, och ändå färre som svarar med 'luftens koldioxid'. En del elever anger solen eller solljuset som en källa till massökning, vilket tyder på att gränsen mellan energi och materia är oklar.

Ett annat resultat är att det som för naturvetaren är fotosyntes av elever kan uppfattas som växternas andning: växter andas in koldioxid och ut syre, för djur och människor är det tvärt om.

Få elever är på det klara med att det är solljuset som är växternas enda energikälla, och att fotosyntes är ett nödvändigt första steg för att tillgodogöra sig denna energi. De tänker sig att också jorden, vattnet, luften och värmen från solen ger växten energi.

I tabell 1 ges en sammanfattning av elevers föreställningar, relaterade till det som för naturvetaren är fotosyntes.⁴ Tabellen illustrerar också en teknik att skriva mål, nämligen att ange dem i förhållande till vanliga vardagsföreställningar. På så sätt får man en viss precisering av vägen från utgångsläge till mål.

Tabell 1. Elevföreställningar och mål inom området 'fotosyntes'.

Innehållsaspekt	Vardagsföreställningar	Mål: vetenskapliga föreställningar
Varifrån kommer biomassan?	Växter växer genom att ta upp materia från marken (vatten och näring)	Större delen av växtens biomassa (torrvikt) kommer från luftens koldioxid.
Varifrån får en växt de energirika ämnen som den behöver?	Växter får sina energirika ämnen från omgivningen	Växter gör sina energirika ämnen själva genom att använda koldioxid och vatten samt ljus i en process som kallas fotosyntes.
Gasutbyte med omgivningen	Växter avger syre.	Växter använder hela tiden syre för sina livsprocesser. På dagen ger fotosyntesen ett överskott, som avges till omgivningen. På natten tar växter upp syre.

Innehållsaspekt	Vardagsföreställningar	Mål: vetenskapliga föreställningar
Gasutbyte med omgivningen	Växter tar upp koldioxid.	Förbränningen i alla celler gör att koldioxid hela tiden bildas i växten. På dagen tas koldioxid upp från omgivningen. På natten avger växten koldioxid.
Fotosyntesproduktens betydelse för växten	Fotosyntesen är inte viktig för växterna - den är något som görs för människors och djurs räkning	Den viktigaste produkten är ämnen, som tillsammans med syre är växtcellernas enda energikälla. Fotosyntesen är också en nödvändig utgångspunkt för uppbyggnad av växtens biomassa.
Fotosyntesens betydelse för människor/djur	Växter är viktiga därför att de avger syre som människor och djur kan andas in. Växter är också viktiga som föda åt djur, men de är inte den enda födan.	Djur är helt beroende av växterna både när det gäller att få föda och syre. Det är bara de gröna växterna som kan binda solenergi i systemet syre+föda.

Eftersom forskningslitteraturen baseras på undersökningar av andra elever än dem läraren själv undervisar kan det bli aktuellt att revidera beskrivningen av vardagsföreställningarna allteftersom man lär känna sina egna undervisningsgrupper.

DIAGNOSTISKA TEST

Möjligheter

Vi har nu beskrivit elevernas vardagsföreställningar och preciserat mål och betygskriterier. Det betyder att scenen är klar för den formativa utvärderingen att göra entré! Först kommer det diagnostiska testet. Ett sådant kan ha olika funktioner:

- Om testet används då undervisningen börjar kan eleven bli både förbryllad och intresserad då han/hon försöker besvara frågorna och få lust att veta 'hur det är'.
- Om testet används då undervisningen börjar kan läraren få en uppfattning om vad eleverna kan och inte kan från tidigare lärande och planera undervisningen härfter.
- Om testet också ges då undervisningen går mot sitt slut kan resultatet från de båda testtillfällena användas för elevens självvärdering. Vilka framsteg har jag gjort? Vad är det som jag fortfarande behöver lära mig?
- Om testet ges under pågående undervisning kan läraren notera hur lärandet i klassen har utvecklats och på basis av detta kunnande planera fortsättningen.

Kanske finns det andra möjligheter?

Ett exempel

Här följer ett förslag till ett diagnostiskt test för området 'fotosyntes'. För att skapa flera användningsmöjligheter tillhandahålls testet i både tryckt form (kopieringsunderlag i bilaga 1) och på internet.

Beträffande internetanvändningen, så kan testfrågorna besvaras i en vanlig browser (t.ex. Netscape eller Internet Explorer) från vilken dator som helst. Eleverna skickar in sina svar till en databas tillsammans med en klasskod. Både lärare och elever kan söka klassens resultat i basen genom att skriva in denna klasskod. För vidare instruktioner se

<http://na-serv.did.gu.se/diagnos/diagnos.html>

Om man vill ge eleven möjlighet att jämföra sitt resultat vid två tillfällen (t. ex. i början och i slutet av ett avsnitt) behöver internetversionen av testet kompletteras med en papper- och pennavariant. Skälet är att det inte går att identifiera en viss individ i databasen. Eleven börjar i så fall med den tryckta versionen, och knappar därefter in sina svar i datorn och skickar in. Den tryckta versionen förses med lämplig personidentifikation och sparas. Proceduren upprepas vid eftertestet.

Nätversionens fördel är att man 'med en knapptryckning' automatiskt får reda på hela klassens resultat

Här kommer ett förslag till frågor. Ett kopieringsunderlag ges i bilaga 1.

Uppgift 1. Vilka är växter?

I skolan får du lära dig om växter. Vilka av följande är en växt? Kryssa i ja eller nej.

	ja	nej
vitsippa		
kantarell		
manet		
björk		
mussla		

	ja	nej
tall		
palm		
björnmossa		
pelargonia		
solros		

Uppgift 2. Växande trädet

Ett träd växer och växer och ökar i vikt med 100 kg. Varifrån kommer det allra mesta av dessa 100 kg? (Eleven svarar på denna och följande frågor genom att markera ett alternativ.)

- Jord och vatten
- Vatten och luft
- Vatten och gödningsämnen
- Jord och gödningsämnen

Uppgift 3. Energirika ämnen

Alla organismer behöver energirika ämnen. Vad gäller om de energirika ämnen som växter på land behöver?

- A. De tas upp med rötterna
- B. De tas upp med bladen
- C. De tas upp med både rötterna och bladen
- D. De tillverkas av växten själv

Uppgift 4. Växternas blad

Växternas blad är viktiga därför att de

- A. skyddar växten från solen
- B. tillverkar socker för att växten skall kunna växa
- C. tar in dagg på nätterna
- D. lagrar vatten till växten

Uppgift 5. Hur blir trädet större?

Ett träd blir större efterhand eftersom

- A. trädet lagrar upp mer och mer näring från marken
- B. trädet strävar att växa mot solen
- C. trädet omformar andra ämnen till ved
- D. veden i trädet ökar av sig själv

Uppgift 6. Var finns trädets energi?

Vilket påstående är riktigast? Trädet lagrar sin energi i

- A. stam och rötter
- B. frö och rötter
- C. blad och rötter
- D. blad, stam, frö och rötter

Uppgift 7. Växterna och syret

Vilket påstående om växter och syre är riktigast?

- A. Växter avger inte syre
- B. Växter avger syre på dagen
- C. Växter avger syre på natten
- D. Växter avger syre både på dagen och på natten

Uppgift 8. Växterna och koldioxiden

Vilket påstående om växter och koldioxid är riktigast?

- A. Växter tar upp koldioxid på dagen
- B. Växter tar upp koldioxid på natten
- C. Växter tar upp koldioxid både på dagen och på natten
- D. Växter tar inte upp koldioxid

Uppgift 9. Växterna och vattnet

Vilket påstående om en växt och vatten är riktigast ?

- A. Växten avger inte något av det vatten som den tar upp.
- B. Växten avger allt det vatten den tar upp.
- C. Växten avger en liten del av det vatten den tar upp.
- D. Växten avger det mesta av vattnet den tar upp men behåller en mindre del.

Uppgift 10. Djuren på ön

Tänk dig att alla växter på en stor ö dör. Vad beskriver bäst det som då händer med djuren på ön?

- A. Alla djur dör så småningom
- B. Många djur dör, men en del djur som inte äter växter klarar sig
- C. En del djur som brukar äta växter övergår till annan föda och klarar sig.
- D. Bara de starkaste djuren överlever

Uppgift 11. Tallbarren

Vilket av dessa påståenden om tallbarr är mest riktigt? Tallbarren är viktiga därför att

- A. deras vassa spetsar skyddar mot angrepp
- B. de skuggar tallens rötter
- C. i barren tillverkas socker som trädet behöver
- D. de tar upp fukt från omgivningen

UPPGIFT 2

1. Pröva diagnosen ovan med elever om du har möjlighet!
2. Diskutera diagnosfrågorna och föreslå förbättringar!
3. Konstruera nya frågor av liknande typ!

FORMATIV UTVÄRDERING UNDER PÅGÅENDE LEKTIONER

Problemlösning för diagnos och återkoppling

Formativ utvärdering är ständigt pågående. Läraren ser vad som händer, lyssnar på vad eleverna säger och anpassar sin undervisning efter detta. Eleverna frågar, får svar och modifierar sitt lärande.

Man kan också medvetet arrangera situationer för att få kunskaper om hur långt eleverna kommit i sin förståelse av det aktuella området, och för att ge återkoppling till dem så att de vidgar och fördjupar sitt lärande.

En teknik är problemlösning i grupp. En grupp om t. ex. fyra eller fem elever får några problem att lösa. De skall diskutera varje problem och enas om en lösning, som skrivs ned och lämnas till läraren (det skall vara tillåtet för enskilda gruppmedlemmar att reservera sig). Läraren kan ge återkoppling i form av en skriven kommentar. En annan variant är att grupperna redovisar för hela klassen, och att olika lösningar blir föremål för debatt och kritik i samband med detta.

Man kan också ge problem som hemläxa. Svar avges skriftligt till läraren och lämnas tillbaka med lämpliga kommentarer om innehållet, vilka syftar till att stimulera fortsatt lärande.

Ett antal uppgifter som kan användas på nu beskrivet sätt presenteras nedan. Flera uppgifter finns i bilaga 2.

Prata med växterna

Ibland hör man folk säga att det är bra för växterna att man pratar med dem. Finns det något vettigt skäl för detta? I så fall vilket?

Biobränslen och koldioxiden i atmosfären

I energidebatten hävdas ofta att förbränning av biobränslen (torv, halm, ved, flis, vass m. m.) inte ger något tillskott av koldioxid till atmosfären. Vad är det egentligen man menar då? Vid förbränning av biobränslen bildas ju alltid koldioxid.

Hjärtbladen

På 1600-talet fanns en italiensk vetenskapsman som hette Malpighi. Han gjorde ett experiment där han skar av de båda hjärtbladen (de blad som växer fram först) hos en pumpa. Då visade det sig att växten dog. Vad berodde det på?

Från fördärvad till bra luft

I slutet av 1700-talet gjorde den engelske kemisten Priestley iakttagelsen att luft som blivit 'fördärvad' av andning eller genom förbränning kunde förbättras av levande växter.

På vad sätt blir luften 'fördärvad' av andning?

Vad är det som sker då levande växter förbättrar den?

van Helmonts experiment

Den belgiske läkaren van Helmont planterade i början av 1600-talet en videplanta i 200 skålpund 'skarpt torkad jord'. Plantan vägde 5 skålpund. Han lät den växa i 5 år och vattnade bara med regnvatten. Videbuskens vikt ökade till 164 skålpund. Jorden vägde fortfarande lika mycket sånär som på 3 uns. Han påstod att viktökningen hos videbusken kom från vattnet. Vad anser du om hans förklaring?

Tångruskorna

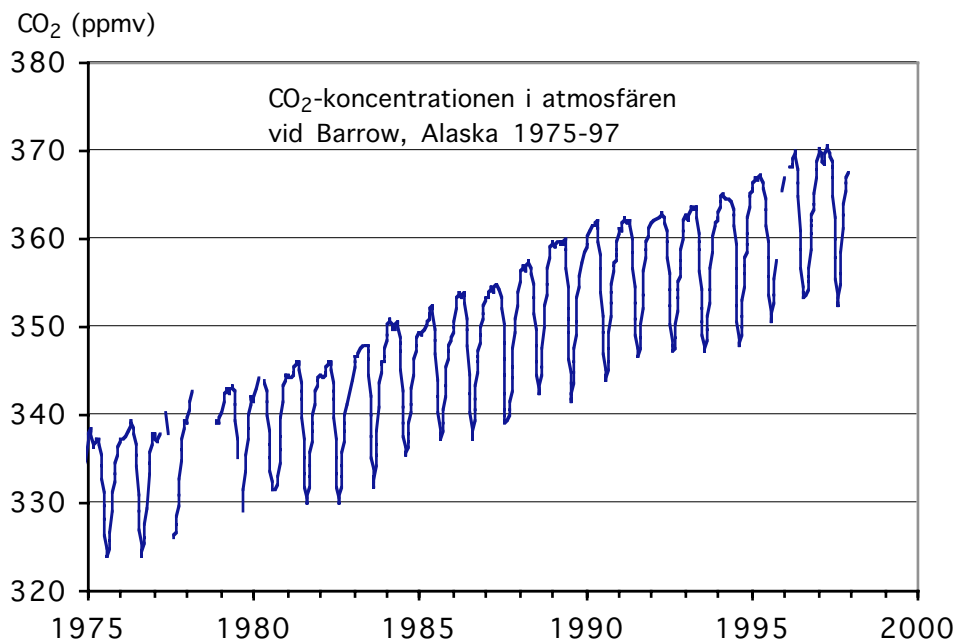
Vid havsstränderna finns mängder av bruna tångruskor i vattnet. De kan både bli större och fortplanta sig. De sitter fast direkt på stenar och klippor och har inga rötter. Vad växer de av och hur går det till?

Försämrar växterna luften i ett rum?

Den holländske vetenskapsmannen Ingen-Housz påstod att de gröna växterna försämrar luften i mörker, alldeles som djuren och vi själva. Använd det du vet om hur växter utbyter gaser med den omgivande luften för att förklara detta!

Koldioxiden i atmosfären

Diagrammet visar andelen koldioxid i atmosfären vid Barrow, Alaska under nästan 25 år. (Andelen koldioxid i atmosfären mäts i ppmv. ppm betyder 'part per million' och v 'volym'.)



Om man tittar närmare på diagrammet så ser man att det är en nedgång varje sommar. Vad beror denna nedgång på?

En liknande kurva för Australien visar också en kraftig nedgång varje år. Men den kommer alltid ett halvår senare än vid Barrow. Hur förklarar du detta?

Dagbok

En möjlighet som måhända är värd att pröva i någon undervisningsgrupp, eller med särskilt intresserade, är att eleverna skriver dagbok, som läraren då och då läser och skriver kommentarer till. Den kan innehålla reflexioner efter lektionerna, men också svar på problem och frågor som läraren ger. Beträffande fotosyntesen kan eleven i sin dagbok t. ex. få i uppgift att berätta om vad fotosyntesen har för betydelse i hans eller hennes dagliga liv: Vilken glädje och nytta har jag haft av fotosyntesen i dag?

UPPGIFT 3

1. Pröva med elever några av uppgifterna i avsnittet 'Problemlösning för diagnos och återkoppling' och/eller de i bilaga 2 .
2. Diskutera uppgifter som åsyftas i 1 och föreslå förbättringar!
3. Konstruera nya uppgifter av liknande typ!

PROV OCH LÄRANDE

UPPGIFT 4

A. Ta ställning till följande påståenden.

	håller inte alls med			håller helt med	
	1	2	3	4	5
1. De prov som jag använder testar minneskunskaper snarare än förståelse.	1	2	3	4	5
2. Mina prov och andra utvärderingsinstrument delas med andra lärare.	1	2	3	4	5
3. Mina prov och andra utvärderingsinstrument är föremål för kollegial diskussion och kritik.	1	2	3	4	5
4. När det gäller prov betonar jag betygsättning snarare än återkoppling som kan leda till att eleven förbättrar sitt lärande.	1	2	3	4	5
5. Elevers svar på prov blir föremål för kollegial analys och diskussion i syfte att förbättra undervisningen.	1	2	3	4	5
6. När ett prov lämnas tillbaka är eleven mer intresserad av sitt betyg och sin rangordning än av att förbättra sina kunskaper där det finns brister.	1	2	3	4	5

Jämför dina svar med kollegors/kurskamraters och diskutera skillnader och likheter.

Dina ställningstaganden på de sex påståendena återspeglar hur det är. Skulle du vilja ha några ändringar och i så fall varför?

VARFÖR KAN DET VARA SVÅRT ATT FÖRSTÅ FOTOSYNTESSEN?

Vid den svenska nationella utvärderingen 1992 gavs följande uppgifter till ett slumpmässigt riksurval av 3100 svenska elever i skolår 9⁵

På ett kalhygge planteras små tallplantor. Efter trettio år har de vuxit upp till en stor skog. De vuxna träden väger tusentals ton tillsammans. Varifrån har dessa tusentals ton kommit? Förklara hur Du tänkte!

Resultatet framgår av tabell 2.

Tabell 2. Varifrån kommer biomassan? Procentuell fördelning av elevsvar på kategorier. Skolår 9.

KATEGORI	EXEMPEL PÅ ELEVSVAR	år 9 n=3100
A TRÄDET HAR VÄXT	<i>Träden växer och blir tyngre ju äldre de blir.</i>	23
B FRÅN NÄRING/JORD/VATTEN, VAR FÖR SIG ELLER I KOMBINATIONER	<i>Ifrån vatten och näring som trädet sugit upp ifrån marken.</i>	28
C FRÅN SOL/SOLLJUS/LJUS, IBLAND ENBART, MEN OFTAST I KOMBINATION MED NÄRING/JORD/VATTEN	<i>Näringen från jorden och solen.</i>	11
D LUFTEN ANGES SOM KÄLLA TILL MASSÖKNINGEN, ANTINGEN ALLMÄNT ('LUFT') ELLER MED FELAKTIG BESTÅNDSDEL. ANDRA KÄLLOR KAN OCKSÅ FÖREKOMMA	<i>De tusentals tonnen har kommit från marken och luften. Träden har omvandlat detta till näring som senare har blivit träd.</i>	11
E KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING, VATTEN	<i>De tonnen kommer från trädens bark, stam, grenar mm. De uppstår genom att trädet växer, får näring och vatten från marken och koldioxid från luften.</i>	4
F KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING/VATTEN SAMT ANSATS TILL NATURVETENSKAPLIGT RESONEMANG	<i>Från koldioxiden i luften kommer mycket kol, som trädet är uppbyggt av. När det sker fotosyntes sönderdelar trädet koldioxiden till kol och syre. Kolet används till att bygga upp trädet. Syret går ut i luften igen.</i>	1
G ÖVRIGT	<i>Från rötterna</i>	4
J EJ FÖRKLARAT		19

Av svarsbilden framgår att uppgiften är svår. En femtedel ger ingen förklaring och en femtedel svarar att trädet har växt, vilket närmast är en upprepning av en förutsättning. En vanlig föreställning är att de många extra tonnen kommer från beståndsdelar i marken (30%). Cirka 10% menar att ljuset står för ett bidrag till massökningen. Luften nämns av cirka 15%, men bara 5% uttrycker sig med precision och nämner koldioxid. Liknande resultat har som tidigare nämnts erhållits i andra studier.

Hur kan man förstå dessa svar och vilken betydelse har de för undervisningen? En möjlig förklaring till det mindre goda resultatet är att eleverna har en så stark övertygelse om att en växt växer genom att ta upp materia med rötterna att den tar överhanden över skolans undervisning. Det finns en viss empirisk grund för denna vardagsuppfattning. Om man tillför 'gödning' på åkrar, i rabatter och i blomkrukor så växer det påtagligt bättre! Orsak-verkan-relationen är uppenbar och enkel. Och utan gödning blir det dålig eller ingen tillväxt, trots att det finns gott om både koldioxid i luften och vatten i jorden.

Den vetenskapliga förklaringen till att mineralämnen förbättrar tillväxten går ut på att dessa ämnen växelverkar med växtens kemiska maskineri så att detta arbetar för bättre tillväxt – för de flesta sannolikt en ganska diffus och komplex modell av orsak-verkan.

Men förklaringen till elevernas svårigheter att varaktigt förstå fotosyntesen handlar också om att de i många fall inte har byggt upp ett någorlunda stabilt system av vetenskapliga begrepp, som kan användas för att förstå undervisningen och lösa uppgifter som den ovan. De är då hänvisade till sitt vardagstänkande. Skillnaden mellan de två tankeystemen är betydande, vilket tabell 3 ger en antydning om.

Tabell 3. Aspekter av vardagligt och vetenskapligt tankeystem.

VARDAGLIGT TANKEYSTEM	VETENSKAPLIGT TANKEYSTEM
Gränsen mellan materia och ickemateria (energi) är diffus. Gaser kan vara icke materiella och ljus och värme materiella.	Gränsen mellan materia och energi är tydlig i klassisk fysik. Gas är materia och ljus och värme energi.
Materia uppfattas makroskopiskt. Nya ämnen bildas genom blandningar och transmutationer. Materia kan uppstå och försvinna (icke konservation).	Materia uppfattas atomärt. Det finns cirka 100 atomslag. Dessa bevaras vid kemiska reaktioner, dvs. massan bevaras. Nya ämnen bildas genom att atomerna arrangeras om.
Energi kan uppstå och försvinna.	Energin bevaras.

Anta nu att skolundervisningen mynnar ut i en ordformel för fotosyntesen:

koldioxid + vatten \longrightarrow socker + syre

och att det påpekas att solenergin omvandlas till kemisk energi som är bunden i sockret.

Om denna information assimileras till det vardagliga tanke-systemet finns inte mycket som stöttar försöken att förstå. Processen kanske uppfattas som en blandning som tämligen oförklarligt ger upphov till socker och syre. Det finns inga regler i vardagstänkandet som säger att dessa två ämnen väger mer eller mindre än koldioxid och vatten och att ljus inte väger någonting alls. Det vetenskapliga systemet däremot är till hjälp vid lärandet. Inom ett sådant system uppfattas det skrivna som en kemisk formel. Koldioxid och vatten är ämnen, dvs. materia. Ljus däremot är energi. De atomer som finns före finns också efter – atomerna och därmed massan bevaras. I själva verket framstår det som både önskvärt och nödvändigt att ha ett elementärt vetenskapligt tanke-system då man försöker förstå fotosyntesen.

Vetenskapshistorien illustrerar det sagda på ett bra sätt. Idén att växter får sin näring eller föda från marken finns formulerad av Aristoteles. Han ansåg att denna föda bildades i jorden under inverkan av värme. En förberedande 'matsmältning' började i jorden, varefter födan togs upp av växternas rötter. van Helmont tänkte sig att växterna växte av enbart vatten. Hans experiment och slutsats är tidigare beskrivna i form av en elevuppgift.

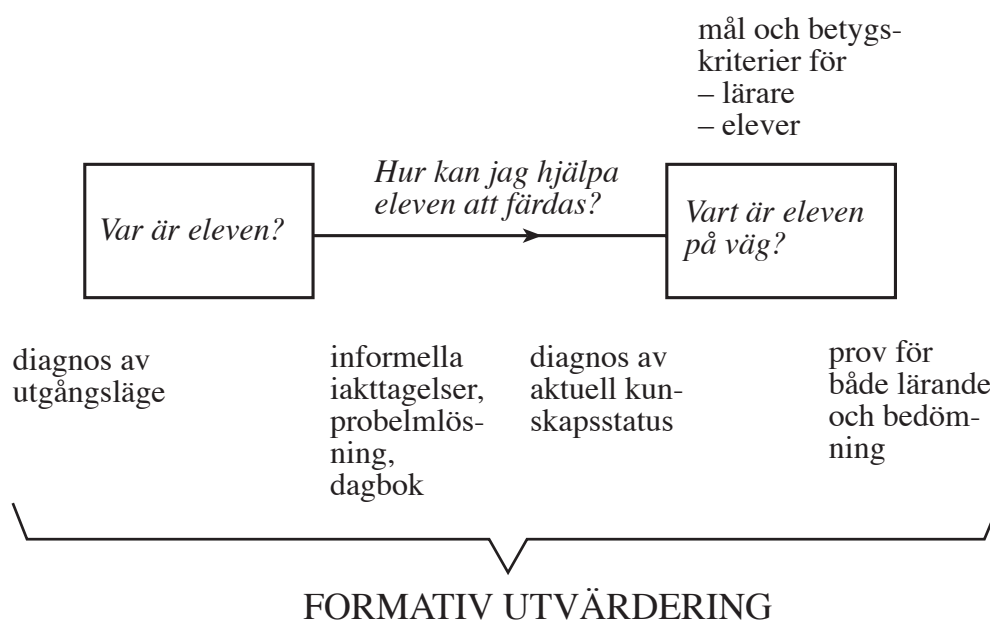
Varken Aristoteles eller van Helmont hade tillgång till det moderna gasbegreppet, som formulerades under 1700-talet. Ej heller visste de något om grundämnena och kemiska reaktioner, vare sig på makroskopisk eller atomär nivå. Dessa begrepp utvecklades under senare delen av 1700-talet och under 1800-talet. Utan dessa begrepp var det helt enkelt inte möjligt att komma fram till den beskrivning av fotosyntesen som finns i våra dagars läroböcker.

En slutsats av detta är att folkundervisningens problem inte bara handlar om hur man skall undervisa bättre om den ena eller den andra typen av processer, utan i hög grad också om hur man skall hjälpa eleverna att bygga upp ett elementärt och bestående vetenskapligt tanke-system av den karaktär som angetts i tabell 3, högra spalten.

UPPGIFT 5

I figuren nedan sammanfattas det som sagts om olika aspekter av formativ utvärdering. Tänk med figurens hjälp tillbaka på workshopen och fundera över om och hur din formativa utvärdering kan förbättras.

Dela dina tankar och idéer med kollegor/kurskamrater



VAD KARAKTÄRISERAR EN GOD MILJÖ FÖR LÄRANDE AV NATURVETENSKAP?

På rubrikens fråga kan man förvisso ge olika svar. Här följer ett sådant.

Formativ utvärdering i centrum

Förhoppningsvis har det framgått att formativ utvärdering är något som är viktigt att fokusera när det gäller att skapa en bra miljö för lärande. Men till en sådan miljö hör också att man sätter eleven, kunskapen och omvärlden i centrum.

Eleven i centrum

Att sätta eleven i centrum innebär bland annat att ofta fråga 'Var är du nu?'. Ett exempel på vad denna fråga kan leda till är att man skriver mål på det sätt som gjorts i tabell 1, dvs. jämför de naturvetenskapliga målen med elevers vardagsföreställningar. Ett annat exempel är att, som vi försökt göra, skriva 'mål ur elevens perspektiv'. Ytterligare ett exempel är de många förslag till diagnoser som getts.

Överhuvudtaget kan man konstatera att formativ utvärdering närmast är en konsekvens av att eleven sätts i centrum. Denna utvärdering går ju ytterst ut på att hjälpa eleven till allt bättre lärande. Om eleven verkligen känner att läraren vill nå fram till honom eller henne och etablera tankemässig kontakt, så förbättras förutsättningarna för att den naturvetenskapliga undervisningen blir en positiv upplevelse.

Kunskapen i centrum

Att sätta kunskapen i centrum kan ta sig olika uttryck. Det gäller att ur ett omfattande naturvetenskapligt kunnande välja väsentligheter, dvs. undervisa om grundläggande begrepp och principer som kan användas i många olika sammanhang och som är viktiga för att förstå människans livsvillkor. Fotosyntesen är ett bra exempel på kunnande av detta slag.

Ett annat uttryck är att man i undervisningen betonar förståelse. Det man har förstått kan man använda i nya situationer. Det är fråga om att tillägna sig grundläggande begrepp och principer som kan användas då man löser problem, samtalar och söker nytt kunnande i t. ex. uppslagsverk och databaser.

Exempel på betoning av förståelse är exempelvis de problem som finns i bilaga 2, och som kan användas vid gruppdiskussioner, som hemuppgifter och som provfrågor.

Läraren har en central roll när det gäller att introducera det naturvetenskapliga kunnandet och vägleda eleverna mot förståelse. Att tro att de genom eget informationssökande, t. ex. på internet, kan hitta eller skapa de grundläggande

naturvetenskapliga begreppen har inget stöd i forskning och beprövad erfarenhet. Det är läraren som är bäraren av den naturvetenskapliga kulturen. Utan lärarens begreppsintroduktioner och systematiska planering av situationer för begrepps-användning blir det ingen bestående behållning av den naturvetenskapliga undervisningen.

Det existerar heller inget vetenskapligt eller erfarenhetsmässigt stöd för hypotesen att det finns någon allmän problemlösningsförmåga eller studieteknik som man kan lära ut, och som förbereder väl för ett livslångt lärande. Det finns emellertid, för byggande av naturvetenskaplig kunskap, accepterade tillvägagångssätt att utforma experiment, skapa modeller och resonera. Detta kan ses som en del av en naturvetenskaplig problemlösningsförmåga som kan komma till användning i olika sammanhang. Men problem har också ett specifikt innehåll, t.ex. likströmskretsar eller kärnfysik, och förståelse av detta specifika innehåll är helt avgörande för om problemlösningen blir framgångsrik eller ej.

Den bästa förberedelse som skolan kan ge för fortsatt lärande inom det naturvetenskapliga området torde vara att hjälpa eleverna att bygga upp ett välorganiserat kunnande om centrala begrepp, principer och teorier inom biologi, kemi och fysik, vilket inkluderar hur detta kunnande genererats.

Eleven vågar fråga och försöka

Det är önskvärt att lektionsklimatet är sådant att eleverna känner sig trygga i sina försök till lärande. Till detta hör att vilja och våga fråga om sånt man inte förstår och att känna att det är tillåtet att ha fel när man försöker bidra till en diskussion eller annan aktivitet. Fel skall naturligtvis redas ut, men på ett stöttande och positivt sätt. Fel kan vara nyttiga och fördjupa lärandet för alla inblandade. Allt som sagts om formativ utvärdering i tidigare avsnitt är avsett att stimulera denna typ av lektionskultur. Ett idealtillstånd är måhända att kunskapen och lärandet befinner sig i fokus snarare än betyg och rangordning.

Dörren till världen är öppen

Natur, teknik och samhälle är en rik omgivning till vilken undervisningen i fysik, kemi och biologi kan kopplas. Avsnittet 'fotosyntes' erbjuder en hel del tillfällen att anknyta till de stora överlevnadsfrågorna, som diskuteras i media och som engagerar såväl vuxna som unga. Koldioxidfrågan, debatten om fossila och förnybara energikällor och världssvälten är exempel på kontaktytor mellan skolans undervisning om fotosyntesen och den omgivande världen.

NOTER

1. Black och William (1998).
2. Se t. ex. Simpson och Arnolds (1982), Bell och Brook (1984), Stavy (1987) och Wandersee (1983).
3. Andersson (1989).
4. Tabellen är en vidareutveckling av ett arbete gjort av Roth och Anderson (1987).
5. Andersson, Emanuelsson & Zetterqvist, 1993.

REFERENSER

- Andersson, B. (1989). *Grundskolans naturvetenskap – forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget
- Andersson, B., Emanuelsson, J., & Zetterqvist, A. (1993). *Nationell utvärdering – åk 9. Vad kan eleverna om ekologi och människokroppen?* (NA-SPEKTRUM, nr 6). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst. för ämnesdidaktik.
- Bell, B., & Brook, A. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of plant nutrition: Summary report*. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Black, P., & William, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-48.
- Roth, K., & Anderson, C. (1987). *The power plant: Teacher's guide to photosynthesis* (Occasional Paper No. 112). East Lansing: Michigan State University, Institute for research on teaching.
- Simpson, M., & Arnolds, B. (1982). The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of Science Education*, 4(2), 173-182.
- Stavy, R. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115.
- Wandersee, J. H. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: A cross-age study. In H. Helm & J. D. Novak (Eds.), *Misconceptions in Science and Mathematics* (pp. 441-466). Ithaca, N.Y.: Cornell University.

BILAGA 1
NÅGRA FRÅGOR OM VÅR NATUR

Uppgift 1. Vilka är växter?

I skolan får du lära dig om växter. Vilka av följande är en växt? Kryssa i ja eller nej.

	ja	nej
grönalg		
tångruska		
manet		
björk		
mussla		

	ja	nej
tall		
palm		
björnmossa		
pelargonia		
solros		

I följande uppgifter skall du ringa in ett alternativ!

Uppgift 2. Växande trädet

Ett träd växer och växer och ökar i vikt med 100 kg. Varifrån kommer det mesta av dessa 100 kg?

- A Luften
- B Vatten
- C Gödningsämnen
- D Jorden

Uppgift 3. Energirika ämnen

Alla organismer behöver föda som ger dem energi. Vad gäller om vanliga trädgårdsväxters föda?

- A Den tas upp med rötterna
- B Den tas upp med bladen
- C Den tas upp med både rötterna och bladen
- D Den tillverkas av växten själv

Uppgift 4. Växternas blad

Växternas blad är viktiga därför att de

- A skyddar växten från solen.
- B lagrar vatten till växten
- C tar in dagg på nätterna
- D tillverkar socker för att växten skall kunna växa

Uppgift 5. Hur blir trädet större?

Ett träd blir större efterhand eftersom

- A trädet lagrar upp mer och mer näring från marken
- B trädet strävar att växa mot solen
- C veden i trädet ökar av sig själv
- D trädet omformar andra ämnen till ved

Uppgift 6. Var finns trädets energi?

Vilket påstående är riktigast?

Trädet lagrar sin energi i

- A stam och rötter
- B frö och rötter
- C blad och rötter
- D blad, stam, frö och rötter

Uppgift 7. Växterna och syret

Vilket påstående om växter och syre är riktigast?

- A Växter avger syre på dagen
- B Växter avger syre på natten
- C Växter avger syre både på dagen och på natten
- D Växter avger inte syre

Uppgift 8. Växterna och koldioxiden

Vilket påstående om växter och koldioxid är riktigast?

- A Växter tar upp koldioxid på dagen
- B Växter tar upp koldioxid på natten
- C Växter tar upp koldioxid både på dagen och på natten
- D Växter tar inte upp koldioxid

Uppgift 9. Växterna och vattnet

Vilket påstående om en växt och vatten är riktigast ?

- A Växten avger inte något av det vatten som den tar upp.
- B Växten avger allt det vatten den tar upp.
- C Växten avger en liten del av det vatten den tar upp.
- D Växten avger det mesta av vattnet den tar upp men behåller en mindre del.

Uppgift 10. Djuren på ön

Tänk dig att alla växter på en stor ö dör. Vad beskriver bäst det som då händer med djuren på ön?

- A Alla djur dör så småningom
- B Många djur dör, men en del djur som inte äter växter klarar sig
- C En del djur som brukar äta växter övergår till annan föda och klarar sig.
- D Bara de starkaste djuren överlever

Uppgift 11. Tallbarren

Vilket av dessa påståenden om tallbarr är mest riktigt?

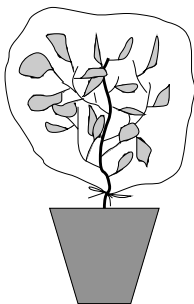
Tallbarren är viktiga därför att

- A. deras vassa spetsar skyddar mot angrepp
- B. de skuggar tallens rötter
- C. i barren tillverkas socker som trädet behöver
- D. de tar upp fukt från omgivningen

BILAGA 2

UPPGIFTER OM FOTOSYNTES

1. Växten i plastpåsen på natten



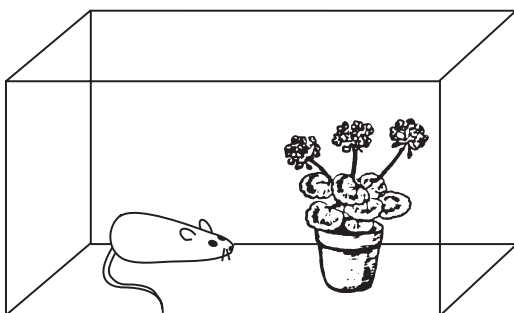
Karin fyller en plastpåse med vanlig luft (luft är en blandning av olika gaser). Sedan trär hon påsen över en krukväxt och knyter till den om stammen så som figuren visar. Knytningen är helt tät. Växten får stå i mörker en hel natt.

Här följer ett antal påståenden om vad som händer med gasblandningen i påsen, under natten. Ange för varje förslag om det är rätt eller fel.

RÄTT FEL

Mängden syre ökar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mängden syre minskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mängden syre ändras ej	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mängden koldioxid ökar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mängden koldioxid minskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mängden koldioxid ändras ej	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Musen och pelargonen i terrariet



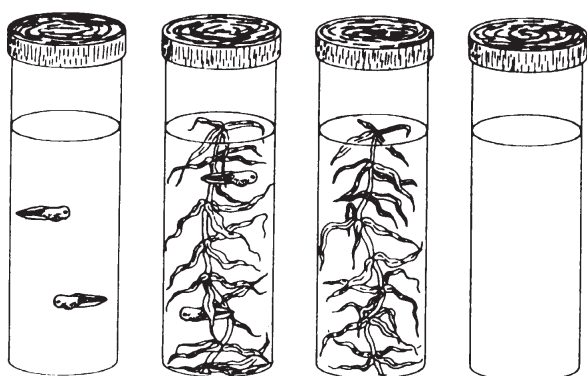
En mus och en krukväxt placeras en morgon i ett terrarium. Ett tätt lock sätts på. Hur förändras gasblandningen i terrariet under dagen?

3. Isbjörnen och järven

I utandningsluften från en isbjörn på Grönland finns molekyler av koldioxid. Vi intresserar oss för kolatomen i en av dessa molekyler. Efter flera år återfinns just denna kolatom i en muskel på framtassen hos en ung järv i de svenska fjällen. Beskriv så noga du kan kolatomens färd från isbjörnen till järven!

4. De fyra kapslarna

Tidigt en morgon gjorde två elever i ordning fyra behållare, A, B, C och D. De hade alla ett lufttätt lock. De fick stå på ett ljus ställe under hela dagen. En av eleverna påpekade att mängden syre var lika stor i alla behållare då locken sattes på. Också mängden koldioxid var då lika stor i alla behållare. Den andre eleven undrade vad som skulle hända under dagen med mängden syre och koldioxid i varje behållare. Vad skulle du svara? Skriv vad som händer i varje behållare! Förklara!



A
grod-
yngel i
vatten

B
grod-
yngel
och växt
i vatten

C
växt i
vatten

D
bara
vatten

Skriv vad som händer i
varje behållare!

Behållare A

Behållare B

Behållare C

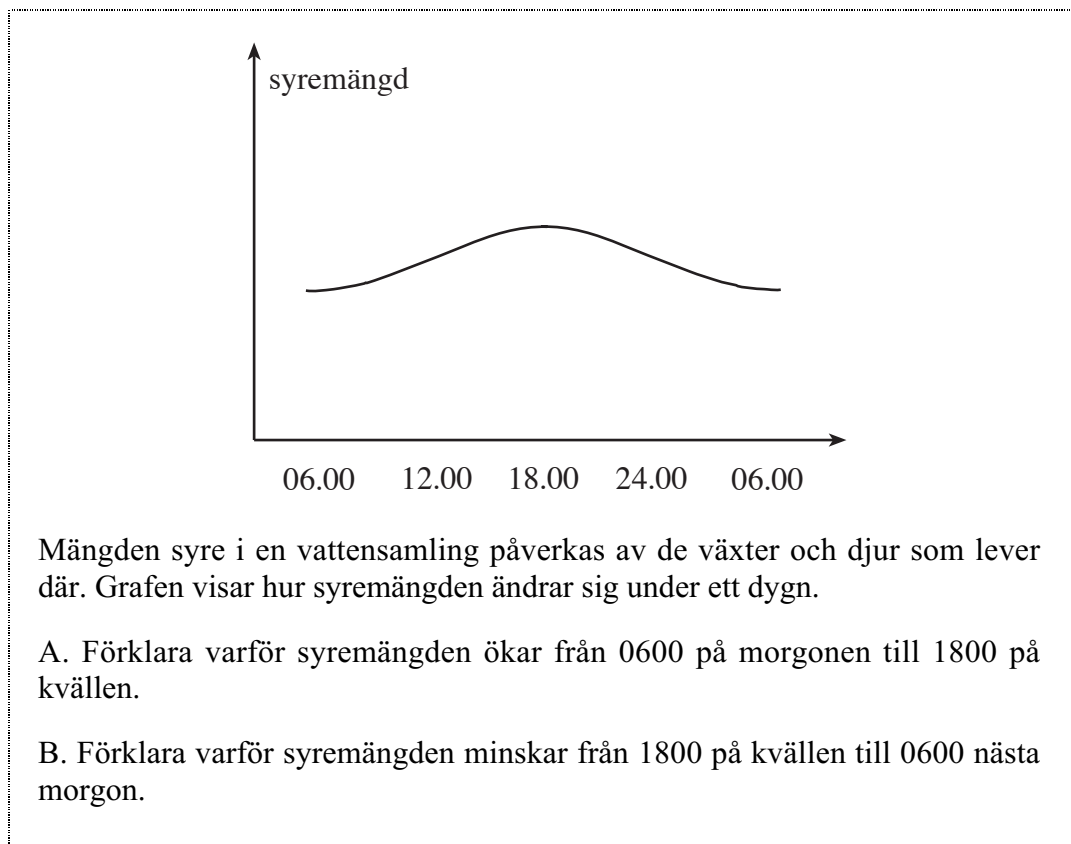
Behållare D

Håller du med om
förslaget? Förklara!

5. Tur och retur trädet

En växt avger en molekyl syre. Den består av två atomer. Det blåser, så molekylerna följer med en luftmassa bort från trädet. Men efter något år återfinns den ena av de två syreatomerna som en del av samma träd. Förklara hur detta kan komma sig genom att följa syreatomen på dess rundtur.

6. Syret i vattnet



7. Det växande trädet

Ett litet träd planteras på en äng. Efter 20 år har det vuxit upp till ett stort träd. Trädet har blivit högre, och stammen har blivit tjockare. Trädet har fått fler blad, grenar och rötter. Trädet väger 250 kg mer än när det planterades. Varifrån kommer dessa 250 kg? Förklara ditt svar så fullständigt du kan.

Översikt av enheter i projektet NORDLAB-SE
(15 okt 2003)

Naturvetenskapens karaktär

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Naturvetenskapens innehåll

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik

- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme

- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

Naturvetenskapen i samhället

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>