

Verklighetsnära undervisning, Öppna laborationer, och ett Formativt arbetssätt – med fokus på praktiska förmågor

För lärare i NV-ämnena på gymnasiet



Malin Nilsson

Innehåll:	Sida:
PISA 2012 - en nedåtgående trend för den svenska skolan	3
Vad mäter nationella och internationella prov?	3
Läraren betydelse - ett formativt tänkande	5
Vad tycker ungdomar om NV/TE?	7
Vad gör man för att "lyckas" i skolan?	8
Språkutveckling - en förutsättning för lärande	11
Ett naturvetenskapligt arbetssätt?	17
Tips på "nya" sätt att undervisa NV-ämnena	17
Betydelsen av praktiskt arbete inom NV-ämnena	22
Det laborativa arbetets betydelse i undervisningen	26
Bedömning	26
Formativa prov	29
Hur bedöms praktisk förmåga	37
Kamratbedömning	46
Självvärdering och reflektion över lärande	48
Sambedömning och utvärdering	50
Bedömning av praktiska verksamheter utanför skolans värld	52
Verklighetsnära naturvetenskap	54
Att reflektera över vid planering av öppna laborationer	56
En öppen laboration om bakterier	59
En öppen laboration rörande Östersjön och salthalt	67
Utforma öppna laborationer med bioinformatiska hemsidor	74
Referenser	78

PISA 2012 – en nedåtgående trend för den svenska skolan?

Förra hösten kom resultatet från den internationella undersökningen PISA 2012 (Programme for International Student Assessment). Studien, som genomförs vart fjärde år, testar elever i 15-års ålder med avseende på läsförståelse, matematik och naturvetenskap. Testet har genomförts sedan år 2000 och Sverige har, från att ha legat över OECD-snittet, sjunkit till att ligga under på alla testområden.

Den naturvetenskapliga delen av PISA innefattar flera olika skolämnen, så som kemi, biologi, fysik, teknik och geografi. Det gör att urvalet av frågor på respektive ämne är begränsat och gör att resultatet inte nödvändigtvis ger en heltäckande bild av elevernas NV-kunskaper. Försämringen har skett gradvis från år 2009 och ligger nu under de andra nordiska länderna. Den största nedgången kan ses bland svagpresterande elever, men andelen elever som presterar på de högsta nivåerna har också minskat. Eventuellt kan prestationen kopplas till elevernas inställning till ämnena. Viljan att studera de naturvetenskapliga ämnena sjunker från årskurs 4 till årskurs 8. Inom testdelen "läsförståelse" ligger Sverige också under OECD-snittet, där 19 av 34 länder ligger högre. Trenden i läsförståelse har gått nedåt i flera år och Sverige visar den största negativa förändringen bland alla OECD-länder. Andelen svaga läsare i Sverige utgör 23%, vilket är högre än i OECD som helhet.

Det är dock anmärkningsvärt att reflektera över att svenska elevers prestationer i engelska och samhällsvetenskap, jämfört med andra länder, är mycket goda. Så nedgången verkar vara ämnesspecifik.

En intressant aspekt är att länder med höga resultat på PISA har haft en långtida koppling till STEM = "Science, Technology, Engineering, and Mathematics" (Tytler, 2014), vilket bland annat innebär vidareutbildning för lärare inom NV/MA-ämnena. I dessa länder har lärarna högt anseende och yrkesutveckling är viktigt. Läroplanerna har också ett starkt fokus på öppna uppgifter, kritiskt tänkande och kreativitet (Tytler, 2014).

Vad mäter nationella och internationella prov?

Nationella prov i biologi, kemi och fysik genomförs i årskurs 6 och 9 sedan år 2013 (på gymnasiet finns inga likande test för de olika NV-ämnena). Dessa prov ska underlätta för läraren att bedöma likvärdigt. **Men** det är viktigt att som lärare vara medveten om, och reflektera över, dessa provs **möjligheter och begränsningar**. Allt i kursplanerna kan inte testas med dessa prov och de kan därför inte ensamt vara underlag för en helhetsbedömning. Bedömningar har också olika syften – t ex har resultat vid internationella undersökningar, så som PISA, haft stor påverkan på politiska beslut rörande skolor och läroplaner.

Då alla former av bedömningar och tester har sina begränsningar, och för att verkligen kunna utvärdera elevernas kunskaper och förmågor, bör testen vara olika i sin karaktär (muntligt, skriftligt, praktiskt, etc), samt testas vid flera olika tillfällen. Att arbeta formativt kräver också en revidering av kunskapsbegreppet. Som läroplanerna är uppbyggda nu är det inte meningen att eleverna ska "banka" in massa faktakunskap i hjärnan. Detta "klassiska" arbetssätt har visats ge endast kortfattade

effekter på lärandet – eleven kan rabbla upp svar på provet – för att sedan glömma det då kunskapen inte längre ”behövs”. Ett bra bedömningssystem ska därför sträva mot att skapa en atmosfär där lärarna undervisar bra och eleverna studerar bra, och återkopplingen dem emellan gör det möjligt. När så sker fokuserar lärare sin tid på att använda bedömningar till att *förbättra undervisningen*. Och eleven leds framåt genom att läraren ger återkoppling som skapar tänkande (William 2014). Eleven ska inte lära sig att bli ”bra på prov”, utan ska erhålla en kunskap och en lärteknik som kan generera ett livslångt lärande.

Kunskapskrav i ett målrelaterat betygssystem är inte helt lätta att tolka. För kursen Kemi 1 står det t ex att för ett A ska ”eleven planera och genomföra experiment och observationer **efter samråd** med handledare på ett tillfredsställande sätt. Dessutom hanterar eleven kemikalier och utrustning på ett säkert sätt. Vidare tolkar eleven sina resultat, utvärderar sina metoder med **nyanserade** omdömen...” *Men vilken utrustning avses och vad är ett säkert sätt? Och vad innebär ”med samråd”, när det gäller lärarens inblandning i planeringen och genomförandet?*

Nationella prov utformas av ämnesexperter och provkonstruktörer, vilka ger SIN tolkning av kursplanerna. Dessa har därmed ett tolkningsföreträde, vilket lärarna sedan får förhålla sig till. En risk med nationella prov, och även internationella motsvarigheter, är att undervisningen styrs mot det som testas – vilket bara är en bråkdel av NV-ämnenas kursplaners innehåll. Lärare tenderar då t ex att reducera uppgifter som stimulerar kreativitet, så som fältarbete, till förmån för grundläggande färdigheter. Proven ska inte ensamt styra vilket betyg en enskild elev får, utan bör vara **EN del i en helhetsbedömning**.

Ett sätt att öka likvärdigheten är att diskutera och jämföra bedömning med andra lärare (kallat **moderering eller jämkning**) eller genom **sambedömning**. I Australien finns ett system (den så kallade Queenslandsmodellen) för att öka likvärdigheten, där bedömning/betyg granskas av en extern granskningsgrupp av yrkesverksamma lärare. De använder sig inte av nationella prov, utan ger eleverna chans att visa kunskaper i välbekanta situationer. I bedömningen ingår även en **bred bedömningsgrund** med olika former av elevuppgifter som använts i den reguljära undervisningen. Detta kan användas som en form av strukturerad sambedömning mellan skolor och lärare. Sambedömning används idag på många skolor i Sverige och runt om i världen – men det finns relativt lite kunskap om effekten av detta arbetssätt. Forskningen har mest varit baserad på lärarnas uppfattning av arbetssättet, t ex uppfattar lärare att de kollegiala relationerna förbättras. Bäst resultat uppnås om man tillsammans utgår från konkreta bedömningsexempel. Sambedömningen måste också ha en tydlig struktur och ett tydligt ledarskap. Det är gynnsamt att i sambedömningen även inkludera **”icke-färdiga arbeten”** för att diskutera hur återkoppling (med fokus på progressionen) kan ges. Man bör även inkludera arbeten med stor variation och av elever med olika bakgrund för att öka bedömningskunskapen och likvärdigheten (Lundahl 2010, Jönsson 2012, 2013).

På Umeå universitet (Broman, 2014) har man studerat elevers inställningar till kunskapsmätningar. Det har visat sig att om motivationen får för stor genomslagskraft vid en provsituation, riskerar resultatet att inte spegla elevens kunskaper på ett bra sätt. Om detta sker mäter proven inte det de ska mäta och validiteten minskar. Detta är speciellt tydligt då proven inte har direkt betydelse för eleven själv – men stor betydelse för dem som tolkar resultaten, t ex vid ett PISA- eller TIMMS-prov. Andra studier visar att mer komplexa frågor kan leda till mindre motiverade elever. Då TIMMS

genomfördes i Sverige 2003 (årskurs 8:a), uppgav 24 % av eleverna att de inte kände sig motiverade, motsvarande siffra år 2008 (gymnasieelever) var 58 %. När de fick ange om provet kändes betydelsefullt svarade 26 % att det inte var det år 2003 och 90 % år 2008. Detta är viktigt att tänka på då dessa typer av prov ofta får en mycket stor genomslagskraft i skolpolitiken och för beslut gällande skolan.

Läraren betydelse - ett formativt tänkande

Den främsta faktorn för elevens progression i lärandet är kvaliteten på den undervisning de får (William 2013). Dessutom överstiger inflytandet av läraren påverkan av familjebakgrund och socioekonomisk bakgrund (Rowe 2003). Så utan tvekan har läraren en stor betydelse för de ungas utbildning. Utbildning i sin tur är viktigt för vårt samhälles överlevnad och utveckling. William (2013) lyfter fram fyra aspekter som är viktiga för ett samhälle;

1. Att högre utbildning är nödvändigt för individ och samhälle
2. Att högre undervisning kräver ökad kvalitet på lärare
3. Att förbättrad lärarkvalitet kräver att man investerar på de lärare som redan finns i skolan
4. Att denna lärarfortbildning måste se helt annorlunda ut än de traditionellt har gjort

Men först måste vi **definiera vad en lärare är** (Timperley, 2014). Vad är professionalism inom läraryrket? I dagens samhälle är lärarens yrke inte tydligt definierat, och det finns en tanke om att vem som helst kan bli lärare. En aspekt som gör en lärare professionell är att hen kontinuerligt utvärderar sin undervisning, alltså har ett **metakognitivt tänkande över sitt yrke**. Sedan måste man våga utmana och pröva sina tankar om professionalism. Diskutera med andra lärare, överföra goda exempel, diskutera ny forskning etc. Det behövs alltså en förändring i vad som sägs vara lärarens professionalitet och lyfta fram vikten av ett livslångt lärande och stöd även för läraren (Osborne, 2014).

Det är inte lätt att sammanfatta vad som utgör bra undervisning. Det har länge saknats en rutin för att samla goda undervisningsexempel, då läraryrket länge varit ett "ensamycke" (Levin, 2014). Det kan dessutom vara väldigt svårt att identifiera vilka som är bra, eller sämre, lärare ute i skolorna. *Men* man vet att effekterna av en bra lärare kan fortsätta gynna eleverna i upp till två år efter att de slutar undervisa eleven – och en bra lärare får även sämre lärare att se bra ut då de bra effekterna "spiller över" mellan klassrummen. Så istället för att ägna tid åt att identifiera vilka lärare som är bra/sämre så bör det vara viktigt att se till att **höja kvaliteten på ALLA lärare**. Det bör också skapas en anda av att det är bra och **viktigt med kontinuerlig vidareutbildning i lärarkåren**. Man blir aldrig "färdig lärare" (vilket stöder det formativa tankesättet) eftersom de olika kunskapsfälten, samhället och individen ständigt utvecklas. Det bör skapas en atmosfär av att "jag bör vidareutbilda mig för att jag alltid kan bli bättre – inte för att jag inte är tillräckligt bra". Liksom för elever är det viktigt att lärare får **feedback på sin undervisning** och även på sin utveckling/vidareutbildning (William 2013). Liksom för elever är återkopplingen dömd att misslyckas om den ges utan att ta hänsyn till hur mottagaren tar emot den. Återkoppling och bedömning kopplad till lön och andra förmåner är därför inte optimalt. Allen et al (2011) föreslog att man vid bedömning av lärare skulle titta på:

1. Det **stöd** läraren gav till eleverna
2. Hur läraren **organiserade** sitt klassrum
3. Hur läraren gav **instruktioner** (både under genomgångar, uppgifter och i sin återkoppling till eleverna)

Liksom för elever så bör bedömningsunderlaget grunda sig på flera klassrumsbesök och/eller tester för att ge en rättvis bild av läraren (Wiliam 2013). T ex kan läraren själv filma sina lektioner för att använda som underlag för diskussion. Man kan även involvera andra lärare, i en slags "learning study", för att återkopplingen ska bli mindre laddad än om den kom från skolledaren. Det ska också vara tydligt vad den lärare som observerar ska göra så att;

1. Läraren som observeras bestämmer fokus på observationen
2. Läraren som observeras bestämmer vilka lektioner/uppgifter som ska ligga till grund för bedömningen
3. Läraren som observeras "äger" de återkopplingsdokument som skapas av den som observeras

Läraren kan även utveckla sig genom att ta del av **forskning och utveckling inom didaktik och pedagogik** – men även där behövs det eftertanke. Att direkt överföra resultat av studier till sitt eget klassrum är inte automatiskt bra, då situationerna när testet gjordes ofta är väldigt specifika, med ett litet statistisk underlag. Dessutom finns få studier som visar att forskningsresultat rörande skolan faktiskt kommer till användning i skolan. För att ändra på detta krävs att forskningen allt mer utgår från lärares faktiska behov, och gärna i samarbete med lärare (Eilks, 2014). Man bör alltså vara **försiktig att generalisera** och man bör ta hänsyn till de förhållanden som råder i den egna skolan. Några faktorer (Wiliam, 2013) som verkar ha betydelse för att lyckas utveckla sin praktik som lärare är att;

1. Fokusera på vad som kommer ha störst effekt på elevernas lärande (inte vad som är lärarens styrkor och svagheter)
2. Var flexibel – så att idéer hämtade från forskning och utvecklingsprojekt kan *omvandlas* till de förhållanden som råder på den egna skolan
3. Ta små steg och förändra ett steg i taget. Skriv ned en rimlig plan.
4. Bara stå till svars för det som man kan påverka (t ex inte ekonomi, gruppstorlek, etc)
5. **Rektors jobb är att**; Se till att det är tydligt vad läraren INTE behöver göra (uppgifter som kan tas bort) för att ha tid att göra de nya uppgifter som utvecklingsplanen innehåller

Dagens lärare måste förhålla sig till ständiga reformer, som i grunden påverkar deras arbete. Men för att reformerna ska ha önskad effekt bör egentligen läraren vara delaktig och en aktiv part i genomförandet av en ny reform (Cheng, 2014). Dessutom måste det finnas en plan för lärarens fortbildning i och med, samt efter reformen, vilket Skolverkets NT-satsningar är ett exempel på. Det är viktigt att ge lärare en kraftfull, pågående lärmiljö där forskarresultat blandas med egna erfarenheter (Cordingley, 2014).

De förmågor som elever ska besitta när de kommer ut i samhället ändras ständigt – men kanske aldrig tidigare i den takt som sker nu. *Men* trots det ser de flesta skolor och läroplaner ut som de har gjort i flera generationer (Davidson, 2014). Dagens och framtidens lärare behöver **kunna och undervisa om nya tekniker och förändrade miljöer**, vilket måste lysa igenom redan i lärarutbildningen (Tan, 2014). Dessutom måste det finnas en tanke om kontinuerlig **fortbildning av lärare även inom dessa områden**. Det har inom EU kommit upp till ytan att vi behöver välutbildade och professionella lärare inom NV-ämnena, och på alla stadier (Jorde, 2014), vilket har genererat olika projekt så som TPD =

”Teachers Professional Development”, vilket även svenska lärare kan ta del av.

TALIS (Teacher and learning international survey) utförd av OECD är den största undersökningen som hittills gjorts på lärare. Studien visade att grundutbildningen är väldigt viktig. Lärare som fått en bra grundutbildning känner sig bättre förberedda, och kan lättare ta till sig fortbildning. Studien visar också att lärare, för att kunna förbereda elever för samhället, hela tiden själva måste få utvecklas och utbildas för att kunna hänga med. Utöver det visade studien att **lärare önskade få återkoppling** på sin undervisning. **Samarbete mellan** lärare visade sig också vara en framgångsfaktor. ”Tyvärr” är det de lärare som deltar i fortbildning är ofta de som redan är högt ansedda för didaktiska kompetenser i sina skolor. Studien visade också att det som ofta begränsar fortbildning är ekonomi (Janiuk, 2014).

I de flesta skolor finns det både bra och dåliga exempel på undervisning – så om man jämför olika skolor är det totalt sett oftast **inte så stor skillnad**. Det är viktigt att ha i åtanke att undervisningskvalitet är mer än att ha bra lärare. Skolsystemet i sig har större betydelse. Så för att säkerställa kvaliteten på undervisningen för alla elever, bör det vara en prioritet att öka kvaliteten på lärarnas undervisning.

Vad tycker ungdomar om naturvetenskap och teknik?

Anders Jidesjö (2012) har i sin avhandling behandlat ungdomars intressen och tankar kring naturvetenskap. Han utgår från resultaten från den internationella undersökningen ROSE (the Relevance of Science Education) och bemöter så väl hur undervisningen sker, som hur den tas emot av eleverna. Naturvetenskap och teknik undervisas ofta med syftet att leda till fortsatta högskolestudier – vilket gör att den **allmänbildande faktorn** ibland går förlorad. Utöver detta påverkas eleverna allt mer av medierna – vilka kan ha ett större inflytande på åsikter och synen på naturvetenskap än läroböckerna. Den naturvetenskapliga utbildningen har därför på många sätt hamnat i otakt med samhällsutvecklingen. Dessutom framför Jidesjö att elever ofta har åsikten att naturvetenskap- och teknikämnen består av kunskap och fakta som man inte kan, eller behöver, tycka och tänka om. Inom andra ämnen, till exempel samhällsvetenskapsämnen, upplever eleven att det är öppet för alla att vara med och tycka till och diskutera. Den naturvetenskapliga undervisningen har länge haft en transmissiv karaktär och det uppfattas som att läraren levererar odiskutabla fakta utan en uppenbar koppling till elevernas vardag. Jidesjös studie (2012) visar dock att **svenska ungdomar HAR ett intresse för naturvetenskap** – men att detta kan variera beroende på ålder och kön. Ofta är dock inte den undervisningen som lärarna ger i linje med vad eleverna vill lära sig mer om. Så därför väljer elever i Sverige, så väl som i Europa, inte naturvetenskapliga utbildningar (Rannikmäe, 2014). Eleverna ser ingen användning för dessa kunskaper i sina liv. Kemi har dessutom visat sig vara det minst uppskattade. Kanske beror detta på att det finns för lite problemlösning och öppna uppgifter i NV-undervisningen. I Estland testades en mer undersökande arbetsmetod där vetenskapliga, teknologiska, sociala, etiska och ekonomiska faktorer togs i beaktande. De kontextualiserade ämnet, använde vardagsnära situationer, utökade kunskapen genom ett undersökande arbetssätt. Slutligen användes en socio-vetenskaplig metod där experiment och resultat sattes in i ett sammanhang. Arbetsmetoden gav positiva och spännande resultat att använda för att omvandla dagens NV-undervisning (Rannikmäe, 2014). Läs mer om ett formativt arbetssätt med öppna laborationer senare i texten.

Hyang-Chan Lin et al (2012) har studerat i vilken omfattning emotionella faktorer påverkar intresset och engagemanget för naturvetenskap. Det visar sig att elever som deltar i naturvetenskapliga aktiviteter utanför skolan (t ex tittar på TV, ser filmklipp på Internet, går på museum, etc) i större utsträckning skapar ett långvarigt intresse för naturvetenskap. Studierna visar att intresset för naturvetenskap hos elever på högstadium/gymnasiums är viktiga för att kunna förutsäga en framtida karriär inom dessa områden. Detta visar att utbildning i skolan är starkt ihopkopplad med, och påverkas mycket av, fakta och information som inhämtas av eleverna utanför skolan. Resultatet från denna studie visar tydligt att **emotionella faktorer, så som intresse, nöje, och engagemang spelar en avgörande roll i lärprocessen av de naturvetenskapliga ämnena**. När lärare inom de naturvetenskapliga ämnena utformar lärande-aktiviteter bör de därför lägga extra stor tyngdvikt på att stimulera elevernas intresse och engagemang. Det finns **ett glapp mellan skolundervisning och verklighetsnära upplevelser** och detta bedöms, som tidigare nämnts, vara en av de huvudsakliga orsakerna till att naturvetenskap upplevs tråkigt, avlägset och svåråtkomligt. Man ska därför inte misstolka elevernas visade ointresse som ett uttryck för passivitet eller lathet.

Wang och Berlin (2010) har utvecklat olika verktyg för att utvärdera Taiwanesiska elevers attityder till naturvetenskap. De såg bland annat att det fanns ett intresse för NV/TE-ämnena, samt att det *inte* skilde sig mellan pojkar och flickor. Detta motsäger andra studier, där intresset oftast är större hos pojkar (men det beror oftast på vilken disciplin inom naturvetenskapen som det gäller där flickor ofta är mer positiva till biologi, medan pojkar uppskattar teknik). Detta kan i sin tur ha kulturella och sociala grunder. En olikhet som återfanns mellan Taiwanesiska lärare och lärare i väst – är att undervisande lärare i Taiwan ofta är **specialister inom respektive ämne och erhåller en hög status i yrket**. Det tolkas resultera i lärare som är mer kompetenta och självsäkra, vilket kan påverka uppfattningen av ämnets betydelse och vikt.

När man i Australien jämförde lärare och elevers uppfattningar **om lärarnas NV-undervisning** såg man att det var avsevärda skillnader mellan hur de båda grupperna ansåg denna vara (Richards, 2014). T ex skilde åsikterna sig med avseende på hur hjälpsamma lärarna var, hur bra de förklarade och hur de sågs som ledare i klassrummet. Detta problem lyfts även fram av Jideryd (2012), där åsikter bland lärarna gällande vad de tror eleverna tycker intressant – skiljer sig mot vad eleverna faktiskt tycker är intressant. Mer självreflektion bland lärare efterfrågas därför och är att rekommendera, oavsett vilka didaktiska metoder man väljer att använda i sin undervisning.

Hur går valet till gymnasiet till?

Mycket kan **påverka grundskoleelevernas val inför gymnasiet** – och i synnerhet gällande de naturvetenskapliga programmen (Anderhag et al. 2012). Aspekter så som individens socioekonomiska bakgrund, eller läraren som person med sina egna kunskaper, utbildning och pedagogiska förmåga spelar in. Utöver detta har de naturvetenskapliga ämnenas rykte om sig att vara svåra och inte ämnade för alla elever, utan endast för en grupp "elit" elever (Jidesjö, 2012). En låg tilltro till den egna kapaciteten kan därför förhindra att eleverna väljer att närma sig dessa ämnen. Utöver detta så har NV-ämnena normer, språk och miljöer som eleverna har **svårt att relatera till**, och vilka upplevs främmande. Det blir en brist i kopplingen mellan vardagsspråket och vardagens erfarenheter, och det naturvetenskapliga språket med många abstrakta begrepp och modeller. Det finns en **positiv**

korrelation mellan matematik- och NV-betyg, vilket ger en ökad sannolikhet att söka naturvetenskapliga program på gymnasiet. Slutbetygen, som sådana, hade därmed en mindre inverkan på valet till NV-utbildningar än de enskilda betygen i NV-ämnena och matematik.

Jörgen Sjöstad (2012) beskriver en undersökning av "i vilken omfattning och på vilket sätt personer i omgivningen kan ha inflytande över huruvida elever väljer högskoleutbildningar inom naturvetenskap, teknologi eller matematik". Föräldrar visades kunna påverka genom samtal och stöd, medan lärare påverkar genom att fungera som förebilder, samt ger positiva upplevelser runt ämnet. Kändisar och filmer har mindre inflytande på valet till högre studier – medan vänner och kontakter med personer med erfarenheter av naturvetenskapliga studier/yrken verkar ha störst påverkan på elevernas val.

Det finns en oro i samhället och i utbildningsvärlden över att få elever verkar välja att söka sig till naturvetenskapliga och tekniska fortsättningsutbildningar efter gymnasiet. En dansk forskningsrapport (Tolstrup et al. 2012) har studerat elevers val att stanna eller söka sig bort från NV/TE efter gymnasiet. Speciellt har de tittat på elever som tidigare har haft något NV/TE-ämne som sitt favoritämne i skolan – men som sedan valt att inte fortsätta på denna bana i sina högskolestudier. Resultatet visade att de elever som inte valde NV/TE högskoleutbildningar upplevde dessa ämnen som **stela och fixa och därmed inte skulle ge dem möjlighet att växa, utveckla sig eller nå önskade framtida jobb**. Det vill säga, de hade svårt att identifiera sig med yrken som de naturvetenskapliga ämnena kan leda till. Även de elever som faktiskt valde NV/TE utbildningar efter gymnasiet hade samma åsikter om ämnena, samt önskade att undervisningen inom ämnena skulle vara mindre stel.

Vad gör att man "lyckas" i skolan?

Det är inte lätt att utröna vilka egenskaper som kan underlätta lärande, eller generera elever med lust för ett livslångt lärande. Därför kan det vara relevant att **titta både på kognitiva och icke-kognitiva faktorer**. Icke-kognitiva faktorer kan vara sådana som en individs attityder, beteenden och emotionella sidor, t ex motivation eller samarbetsförmåga. Goleman (1996) talar om **emotionell intelligens** som kan vara av lika stor betydelse som det vi kallar IQ. Förmågor formas ofta tidigt i livet och olikheter i förmågor förklarar en ansenlig del av variationen i socioekonomisk framgång (Cunha och Heckman 2010). Detta gäller både kognitiva och icke-kognitiva förmågor. Man har t ex kunnat koppla icke-kognitiva förmågor så som motivation, uthållighet och självkontroll till att ha direkta effekter på skolgång, testresultat och framtida löner. **Icke-kognitiva egenskaper är dock mer formbara under livet jämfört med kognitiva**. Om man vill fördjupa sig i ämnet har Skolverket gett ut en skrift, (finns att laddas ned i pdf-form) "Betydelsen av icke-kognitiva förmågor", där man beskriver effekter på lärandet i skolan (Skolverket, 2013).

Men dessa icke-kognitiva faktorer omfattar aspekter som kan vara **svåra att bedöma** – och vilka vi faktiskt **inte ska bedöma**. Men vi måste i alla fall fundera över dem, då allt fler studier visar att dessa faktorer faktiskt har en stor effekt på framgång i skolan och på lärande. Dessa aspekter har bland annat visat sig påverka både utvecklingen av kognitiva förmågor, så väl som förmågan att klara ett enskilt prov (Cunha and Heckman 2010). Andra studier visar att olikheter i "självdisciplin" var främsta orsaken till att vissa elever misslyckades i sina prestationer (Duckworth and Seligman 2005). MEN kognitiva och icke-kognitiva förmågor sitter i mångt och mycket ihop, vilket lärare bör ha i åtanke då

de planerar undervisningen. Eleverna kommer inte bara med olika kunskapsbagage – utan även med en stor variation av icke-kognitiva förmågor. William Bruce Cameron skriver ”Not everything that counts can be counted – and not everything that can be counted counts”. Om man studerar en enskild icke-kognitiv förmåga så som uppmärksamhet (attention skills), kan man se att det är en av de faktorer som bäst kunde förutsäga skolframgång (Duckworth och Seligman 2005). Elever motsvarande åk 5, med stor social anpassning, var mer benägna att studera vidare efter grundskolan. När man tittar på faktorer som kan påverka medelbetyg fann man att samvetsgranhet och öppenhet hade en stark prediktiv förmåga (Poropat 2009).

Vi ska **förbereda eleverna för framtiden** – och då är en viktig faktor att ta hänsyn till **vad arbetsmarknaden vill ha** för egenskaper och kunskaper hos sina arbetstagare. Studier visar att när arbetsgivare beskriver sina kompetenskrav så är det en **låg värdering av just skolkunskaper** som lyfts fram (Shyry et al 2010). De faktorer som värderades högst var kommunikationsförmåga, motivation/initiativförmåga, teamwork-förmåga, ledarskapsförmåga och sist, genomsnittsbetyg (Kuhn och Weinberger 2002). Det är intressant att reflektera över att det finns en prediktion mellan socio-emotionella egenskaper och vilka yrken man hamnar i (Almlund et al. 2011).

När man har tittat på vilken effekt **lärarnas** icke-kognitiva förmågor har på elevernas lärande - kunde man bland annat se att personer som besitter fler icke-kognitiva förmågor, i allt lägre grad väljer att bli ämneslärare på högstadiet (Grönqvist och Vlachos 2008). Konsekvenserna för elevernas skolprestationer är däremot komplexa att försöka tolka. Man såg dock att **nedgången i lärarnas kognitiva förmågor är negativ för elever med hög studiekapacitet**. Däremot, förvånande nog, så verkar elever med låg studiekapacitet missgynnas av att ha en lärare med hög kognitiv förmåga. Det verkar även som om nedgången i kognitiva förmågor hos lärarna gynnat flickor, relativt pojkar. Lärare med goda ledaregenskaper verkar däremot vara särskilt bra för elever med låg studiekapacitet och, framförallt, elever med utländsk bakgrund och flickor.

En annan viktig faktor för att lyckas i skolan är att elever med behov av stödåtgärder upptäcks i tid så att stöd genast kan sättas in. DN har med hjälp av Statistiska centralbyrån (SCB) jämfört elevers slutbetyg i 9:an med deras resultat på nationella proven i 5:an. De fann då att 42 % av de som fick underkänt i matematik i åk 9 hade problem i ämnet redan i 5:an (Holmström, Lärarnas tidning, 13/6-14).

Men hur vet man då om en elev ”lyckas”. Det är kanske lätt att se att **standardiserade test, ofta med flervalsfrågor, inte ger en fullständig bild av en elevs alla förmågor** (Örstadius 2014). Kanske speciellt när det gäller icke-kognitiva förmågor. Men University of Notre Dame har börjat utveckla och använda test som utvärderar även icke-kognitiva förmågor. De kallar testen ”**ETS – Personal Potential Index**”. De förmågor som testas är empati, nyfikenhet, uthållighet, kommunikationsförmåga och emotionell mognad. De fann att **akademisk uthållighet hade större inflytande på studentens framgång i skolan än intelligens**. Och de elever som visade ledaregenskaper i skolan hade sedan i sitt framtida yrkesliv, enklare att anta ledarpositioner även där.

Att få syn på elevernas tänkande och förstå vad som är kritiskt för lärande är av avgörande betydelse för läraren. Att **samarbeta över ämnesgränserna** kan ge positiva resultat, speciellt då många ämnen går in i varandra. Elever behöver t ex matematik vid sina kemi-, fysik- och även biologistudier. Så att

titta på hur eleverna räknar kan öka förståelsen för lärandet i t ex kemi eller fysik. När man studerade problemlösning av stökiometriska frågor i kemi såg man att **elever som lättare klarade av dessa typer av uppgifter hade mer komplexa kognitiva strukturer** (Toth, 2014). Eleverna i studien kunde vid enklare uppgifter använda "egna" uttänkta metoder, medan de i större grad använde färdiga formler på svårare uppgifter. Detta stämde även då man tittade på hur elever balanserade formler. De använde ofta sin "egen" metod, även efter att de hade lärt sig "oxidationstalsmetoden" (en matematisk metod för balansering av reaktionsformler). **Människor vill oftast ta den enklaste vägen**, vilket även framgick i en studie där man undersökte vilka "vägar" elever valde då de skulle lösa stökiometriska problem i kemi (Vlacholia, Salta, Tzougraki, 2014). Dessa vägar kallas "**heuristiska**". Att alltid ta den enkla vägen gör att djupa kognitiva förmågor inte behövs användas, vilket i sin tur leder till att eleverna endast ger ett kort, sannolikt svar. Men *vilka* heuristiska vägar som används och *varför* just dessa väljs är dock oklart. Det visade sig dock att de som tog genvägar i sina beräkningar, återgav färre detaljer och mindre information i sina svar. Så att i gemensamma, kollegiala samtal, över ämnesgränserna, diskutera HUR eleverna lär (skapar förståelse), och vilka steg som är kritiska för lärande är en viktig utvecklingsprocess för läraren.

Språkutveckling – en förutsättning för lärande

Eleven ska använda naturvetenskapliga begrepp för att beskriva och förklara naturvetenskapliga samband (www.skolverket.se, Jönsson et al. 2013). Till exempel ska eleverna kunna berätta om naturvetenskapliga upptäckter och deras betydelse för människan, i relation till det experiment eller tema som laborationen berör. Eleven ska kunna förklara fenomen, samt orsak och verkan. Men det är viktigt att komma ihåg att många fenomen i naturen inte kan förklaras – bara beskrivas (speciellt i yngre åldrar). Det är dock ett faktum att naturvetenskapliga ämnen har ett **vetenskapligt språk med abstrakta begrepp** som kan vara svårt för elever att ta till sig. Speciellt då begreppen som används kan ha en **annan betydelse i ett vardagligare sammanhang**. Detta kan bli extra tydligt då eleverna arbetar med öppna uppgifter. Detta kan problematiseras ytterligare då undersökningar så som PISA (t ex PISA 2012, vars analys finns att hämta från Skolverkets hemsida) och TIMMS (Trends in international Mathematics and Science studies) visar att svenska ungdomar presterar sämre än tidigare rörande språkfaktorer, så som läsförståelse. Bland annat når ca en femtedel av eleverna inte upp till basnivån i läsförståelse. Dessutom uppfattar elever att det naturvetenskapliga språket inte har någon användning i deras liv och framtid – utan är ämnad för en "elit" som kommer att "ta hand om" de naturvetenskapliga/tekniska utvecklingsarbetet i vårt samhälle (Halliday 2006). Eftersom de naturvetenskapliga ämnena alltså innehåller *ännu ett språk* med många ämnesspecifika och abstrakta begrepp, så är en vägledning och ett stöd för eleverna rörande deras **språkutveckling** av största vikt. Alla elever ska, under sina naturvetenskapliga kurser, kunna få förståelse för metaforer, abstraktioner av system (som immunförsvaret), samt av "virtuella världar" som datorprogram vilka visar modeller, t ex av ett proteins struktur (Halliday 2006).

Elevers sätt att förklara vetenskapliga fenomen i sin vardag är ofta felaktiga. Men vad finns det för djupare förklaringar till dessa **missförstånd**? Och hur vet vi att lärares förklaringar, för att reda ut dessa missförstånd, faktiskt går hem? Och hur kan elever få stöd att tänka på nya sätt? Ett sätt att studera och få syn på vilka missförstånd som uppstår, samt när och varför, är att jämföra olika sätt att arbeta med texter. En studie lät vissa elever lösa ett problem enligt lärobokens förslag – för att sedan

jämföras med elever som (med visst stöd av läraren) fått pröva sig fram själva utan läroboken (Toczowski och Ralle, 2014). Tydliga olikheter kunde ses mellan grupperna. Lärarens jobb är då att försöka förstå varför, samt ta reda på hur dessa missförstånd kan redas ut, så att hen är förberedd oavsett med vilken metod eleverna än arbetar.

Språket kan alltså vara en barriär för att lära sig NV-ämnen – och det gäller inte bara i Sverige. Det finns en diskrepans mellan vardagsspråket och det naturvetenskapliga språket i de flesta länder. Detta har bland annat studerats och gett spännande resultat inom projektet **LiSP (Language in Science project)** (Child och Ryan, 2014, Markic 2012). Meningsfull förståelse av naturvetenskap beror, bland annat, på förmågan hos individen att simultant kunna tänka **på en makroskopisk, submikroskopisk och symbolisk nivå**. I en grekisk studie såg man att elever hade svårt att använda rätt ord för att beskriva vad de såg, då de studerade olika mikroskopiska bilder av t ex vatten, natriumklorid, och metallisk natrium, vilka de kände igen på en makroskopisk nivå (Gkitzia, Salta, Tzougraki 2014). Bland annat hade eleverna svårt att förklara olikheter i bindningar (kovalent/jon), samt struktur (Kozma, Russel 2005). Det är med andra ord svårt att hoppa mellan olika nivåer, samt att skilja eller koppla vardagsuppfattningar med mer vetenskapliga uppfattningar. Är läraren medveten om detta är det lättare att hitta lösningar som stöttar alla elever.

Att aktivt, kontinuerligt och genomtänkt arbeta med språkutveckling inom alla NV-ämnen är därför av stor vikt. **Nedan ser ni några exempel på vad ett språkutvecklande arbetssätt kan innehålla:**

Metod:	Förklaring:
Ordlistor	<p>Eleverna skriver upp begrepp de inte förstår och försöker hitta förklaringar på dessa. Dessa behöver inte vara av naturvetenskaplig karaktär – men är av vikt för att förstå sammanhanget.</p> <p>Dessa ordlistor får eleven sedan återkoppling på av läraren – varefter eleven ges möjlighet att revidera. Ordlistorna finns med under hela kursen (eller studietiden), vilket ger eleverna en helhetsbild av kursens innehåll och kunskapsprogression. Den kompletterade ordlistan kan sedan användas som grund vid prov och arbeten.</p>
Loggbok	<p>Låt eleverna reflektera över lektioner, laborationer, övningar och andra undervisningssituationer. De kan med egna ord t ex skriftligt sammanfatta viktiga begrepp, reflektioner, oklarheter eller funderingar. Avsätt några minuter i slutet av varje lektion för detta. Ge som lärare feedback kontinuerligt, t ex en gång per vecka.</p>
Plocka ut det viktigaste	<p>Då många elever har svårt att läsa långa stycken, speciellt av naturvetenskaplig karaktär, så kan de få öva sin förmåga att läsa och plocka ut det viktigaste i en naturvetenskaplig text. De ska t ex plocka ut de tio viktigaste orden ur texten och använda dessa för att berätta för en kamrat (eller läraren) om innehållet. Detta är ingen tävling mellan elever – utan är endast till för att den individuella eleven ska se sin progression i läsandet.</p>

<p>Diskutera</p>	<p>För att få igång diskussioner och få eleverna att använda språket så kan man be dem jobba i mindre grupper och;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) para ihop begrepp (t ex enzymer i matsmältningen med det organ i kroppen där detta sker) 2) para ihop bilder med begrepp (t ex olika djur med deras släkt) 3) rangordna (t ex ämnen med olika pH från surast till mest basiskt) 4) ta ställning (t ex vad släpper ut mest koldioxid, en ko som rapar eller att vi äter kött?) 5) jämför (t ex vetenskapligt-ovetenskapligt, etiskt-oetiskt, etc)
<p>Egen laborations(dag)bok</p>	<p>Eleven kan här notera och följa sin progression i praktiskt arbete. Det fungerar som ett komplement till (eller ersättning för) den traditionella laborationsrapporten, där elever ofta bara fyller i en tabell/graf och skriver en mycket kort analys av resultaten.</p> <p>I laborationsboken ska allt från frågeställning, via kunskapssökning till metodval och analys finnas med. Även reflektioner rörande flexibilitet (att vid behov kunna omvärdera laborationen medan den pågår – t ex kunna byta metod), kommunikation och observationer under laboration ska finnas med. Detta underlättar för läraren att kunna ge återkoppling, främst i samband med öppna uppgifter.</p>
<p>Concept cartoons</p>	<p>”Concept cartoons” kan med fördel användas i NV-ämnena, både i grundskolan och på gymnasiet. Materialet bygger på teckningar (bilder, etc) där olika åsikter/tankar om fenomen, begrepp eller sammanhang i vardagen framförs, och vilka eleven sedan ska ta ställning till. Meningen är att de ska väcka intresse, skapa diskussioner och stimulera naturvetenskapligt tänkande.</p> <p>Exempel kan vara; Är alla tillsatser i livsmedel farliga? Bestäm vilken person som har rätt!</p> <p>Person 1: Nej, troligtvis inte. Men det finns både dåliga och bra tillsatser – så man bör vara observant</p> <p>Person 2: Ja! Tillsatser ska inte få finnas i livsmedel! Naturliga och obehandlade råvaror är bäst för hälsa och miljö. Tänk t ex på alla allergiska människor!</p> <p>Person 3: Ja, men tillsatser kanske i vissa fall inte kan uteslutas för att få den smak om vi är vana med eller för att maten annars lätt skulle kunna bli angripna av bakterier eller skadedjur</p> <p>Person 4: Nej, självklart inte! De behövs för att maten ska hålla längre och smaka gott. De skulle inte få användas om de var farliga</p>
<p>Använda begreppen (gör dem levande)</p>	<p>Utgå från elevens egna begrepp (t ex i ordlistan)</p>

	<p>nämnd ovan) och uppmana eleverna att använda dessa när de svarar på frågor, samarbetar med varandra eller planerar projektet. Begreppen ska kunna användas naturligt och i rätt situation.</p> <p>Ett annat alternativ är att de varje dag ska titta på ett nyhetsprogram och där skriva ned alla begrepp som dyker upp – och som de kan koppla till respektive NV-ämne. Det visar på kunskapens betydelse i vardagen.</p>
--	--

Skolverket (Vanja Lozic) lyfter fram att det är alla ämneslärares skyldighet att arbeta språkutvecklande och de aspekter som de föreslår att lärare (gärna kollegialt) ska fundera över och diskutera är:

Arbeta med att:
Undervisningen ska utveckla elevers kunskaper i akademiskt språkbruk eftersom många elever inte har möjlighet att möta ett sådant språk utanför skolan.
Alla lärare ska erkänna elevers identiteter och flerspråkighet, och således använda olika språk och erfarenheter i undervisningen. Därmed erkänns klassens mångfald, något som kan öka elevers motivation och självförtroende.
Alla lärare ska erkänna elevers identiteter och flerspråkighet, och således använda olika språk och erfarenheter i undervisningen. Därmed erkänns klassens mångfald, något som kan öka elevers motivation och självförtroende.
Det är viktigt att lärarna motiverar eleverna genom att visa förståelse för vad de kan och utmanar dem i deras lärande. Att låta eleverna fundera på vad de redan kan samt vad de ännu inte känner till är en bra utgångspunkt för lärande. Det handlar även om att utveckla elevers förmåga att verbalisera sina språkliga och andra svårigheter.
Det är viktigt att lärarna motiverar eleverna genom att visa förståelse för vad de kan och utmanar dem i deras lärande. Att låta eleverna fundera på vad de redan kan samt vad de ännu inte känner till är en bra utgångspunkt för lärande. Det handlar även om att utveckla elevers förmåga att verbalisera sina språkliga och andra svårigheter.
Samtliga lärare ska hjälpa eleverna med språkutveckling, skapa kommunikativa lärandemiljöer och ge eleverna tydliga instruktioner och vägledning (t.ex. om hur man skriver labbrapporter, instruktioner, recensioner, uppsatser o.s.v.). Att tydligt presentera lektionsstrukturen och målen ger eleverna stötning. Exempelvis ska man presentera viktiga begrepp och ingående arbeta med deras innebörd och användningsområden.
Lärarna ska ställa öppna frågor och ge mycket visuellt och taktill stöd t.ex. genom bilder, grafer, musik, tidningar, språkspel, laborationer, tredimensionella objekt. Eleverna ska ges möjlighet att själv definiera och skriva om relevanta begrepp.
I lärandesituationer ska man använda en mängd olika läromedel samt kontextualisera och begripliggöra abstrakta fenomen och begrepp som är relaterade till undervisningsämnet. Detta innebär inte att lärarna ska förkorta texter, byta ut lässtoffet mot föreläsningar eller sänka kunskapskraven. Ett sådant scenario kan leda till att eleverna tappar intresset för ämnet och inte får tillräcklig stimulans och utmaning.

I kunskapskrav och bedömningskriterier så används många **ord för att förklara olika kvaliteter** vilka kan vara svåra att förstå. T ex, vad skiljer "att göra enkla sammanfattningar" mot "att göra sammanfattningar"? Någon har gjort valet att använda just dessa kvalitetsord – men det kunde lika gärna ha varit andra ord som valts. Och exakt hur de ska tolkas är delvis höljt i dunkel. Språkforskaren Caroline Liberg lyfter fram att denna dunkelhet skapar problem för lärare, framförallt då de inte har getts tid eller stöd att utveckla detta **yrkesspråk**, som behövs för att kunna ge en likvärdig bedömning av eleverna. Bedömningsstöd har – och håller på att - utvecklas men detta kom sent och fanns inte initialt till alla kurser. Yrkesspråket måste ges tid att växa fram och detta kan endast ske genom att avsätta tid till kollegiala samtal.

Snabb klassrumsfeedback

För att få med alla elever i klassrumsdiskussionen kan man ibland behöva ta till lite knep. I alla klasser finns det elever som älskar att prata, och elever som uppfattar sig själva som blyga – men allas tankar och reflektioner är viktiga för att komma framåt, ge en progression, samt generera lärande. Bilden nedan visar olika didaktiska metoder (Jönsson, Lundahl och Wiliam, mfl) för att dels öka aktiviteten i klassrummet, och dels att (genom att snabbt kunna scanna av klassens förståelse) få grepp om på vilket sätt undervisningen kan utvecklas för att öka förståelsen.

Wonderwall - eleverna skriver anonymt vad de inte förstod eller vill veta mer om på en lapp som fästes på dörren när de lämnar klassrummet. Dessa används för lärarens utveckling av undervisningen

Exit ticket - eleven besvarar ett antal frågor som läraren ställt angående undervisningen, t ex vad var svårast, som eleven besvarar vid lektionens/momentets slut

Trafikljus - eleven visar med en grön lapp (mugg/app på telefonen) att hen förstod allt, med gul lapp att hen förstod delvis och med röd lapp att hen inte alls förstod. Elever med grön lapp kan förklara för dem som inte förstod

Mentometrar - eleverna röstar på olika svarsalternativ på en ämnesfråga. Finns appar och program för detta, som mentometer.se, så att svaren kan visas grafiskt via dator/smartboard

Små whiteboards - varje elev har en egen whiteboard och alla i klassen skriver samtidigt ned sina svar på dessa. Det ger läraren möjlighet att snabbt se klassens förståelse, samt hur undervisningen kan utvecklas

"Namn i en hatt" eller "Glasspinnar med namn" - vilket innebär att man minskar handuppräcket, då den elev som ska få svara dras fram. Detta gör att alla elever alltid har samma chans att få svara

Fokus är att få med hela klassen i diskussionerna. För att alla ska få chans att prata kan man, som visas i bilden, lotta fram namnet på den som ska få svara. För att ytterligare få igång diskussionerna kan man använda **EPA-metoden**. EPA står för Elev/Ensam – Par – Alla, och kan gå till så att eleverna får ett antal öppna frågor att fundera över och besvara. De ges först tid att själva, individuellt tänka efter och skriva ned sina svar. Därefter kan eleverna jämföra och diskutera sina svar med en kompis (i par). Slutligen så lyfts diskussionen till hela klassen (alla). Det gör att **alla blir aktiva i klassrummet** och blir tvungna (utvecklas att våga) att sätta ord på sina åsikter. Se exempel o bilden nedan:



Hur skapar man en diskussion som leder till öppna uppgifter eller laborationer?

För att våga formulera en frågeställning, genomföra en laboration och presentera denna för andra krävs en öppen och tillåtande miljö. Elever upplever sig inte vana att diskutera naturvetenskap (Jidesjö 2012) och anser ofta att ämnet bara består av färdiga "sanningar". Nedan ser ni tips på hur öppna frågor i klassrummet kan konstrueras (Jönsson et al. 2010, Lundahl 2011):

Öppna frågor:

Att tänka på är att en öppen fråga oftast inleds med ett frågeord;

Vem, vad, varför, hur, när, var, vilka?

Eller med en inbjudan;

Berätta om..., Beskriv...

Exempel på frågor;

Vad skulle ske om...

Vilka styrkor och svagheter ha...

Vilka skillnader finns det mellan...

Hur skulle... kunna användas/reagera för att...

Varför är... viktigt/bäst...

Vilka argument finns för/mot...

Vilken lösning finns det...

Vad orsakar...

Varför blir det så...

Feta frågor är öppna frågor (Körling, www.korlingsord.se);

Vet du var någonstans i texten du får svårigheter?

Vet du vilket ord som du har svårt att förstå?

Vilka ljud tycker du är svåra?

Hur gör du för att förstå?

Hur gör du för att lista ut vad ord eller meningar betyder?

Vad gör du då du försökt men inte kan eller förstår?

Hur skulle du vilja ha hjälp?

Vilken hjälp skulle du önska dig?

Vad kan jag som lärare göra för dig?

Vad kan en klasskamrat hjälpa dig med?

Exitticket/öppen-dörr-fråga;

Vad är det viktigaste du tar med dig härifrån idag?

Av det vi pratat om/gjort/experimenterat med idag, vad kommer du att berätta när du kommer hem?

Problem/uppgiftsinriktade frågor;

Hur vet du det?

Vad är det som gör att du tror att ditt svar är korrekt?

Kan du uttrycka ditt svar på ett annat sätt?

Finns det något annat sätt att lösa problemet/uppgiften?

På hur många olika sätt kan du lösa problemet/uppgiften?

Hur kan du övertyga oss andra om att detta är det bästa sättet att

lösa problemet/uppgiften?

Peter Sullivan, Australien skriver om "Open-ended questions";

1. De kräver mer än att komma ihåg fakta eller reproducera en färdighet
2. Elever kan lära genom att arbeta med frågan, och läraren lär mer om varje elev genom att se hur de arbetar med frågan

3. Det kan finnas fler än ett acceptabelt svar

Ett naturvetenskapligt arbetssätt?

Som tidigare angivits så ska eleven i NV-ämnen utveckla sin förmåga att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor med naturvetenskapligt innehåll, rörande t ex miljö, hälsa och energi. Eleven ska kunna använda olika källor för att söka information och reflektera över giltighet och trovärdighet. **Eleven behöver då möta frågor och uppgifter där det finns för- och nackdelar, olika metoder, och inte bara ett givet, "rätt" svar.** De behöver få motivera varför de valt dessa källor och om informationen är relevant och på rätt svårighetsnivå. Dessa frågor är dock ofta komplexa - så lärarens uppgift är att **reducera komplexiteten**, t ex genom att sätta ramar anpassade efter elevernas förmågor och kunskaper, tydliggjorda med exempel, samt använda sig av bekanta eller verklighetsnära utgångspunkter (Jönsson et al. 2013). För att kunna bedöma denna förmåga bör man först **definiera** vad som innefattas i denna. Det kan vara svårt att urskilja förmågan att söka information från förmågan att kommunicera denna. Förmågan att diskutera bygger till stor del på hur väl eleven sökt och provat information. För att hjälpa eleven att ta ställning i olika NV-frågor så kan läraren använda frågor som; vad tycker du i denna fråga, varför tycker du så, finns det argument för och emot, finns det några naturvetenskapliga argument, och varför tror du människor tycker olika i denna fråga? Eleverna bör även få reflektera över konsekvenser av ett specifikt ställningstagande. Eleverna ska därigenom bli medvetna om att det är skillnad mellan argument baserade på känslor och övertygelser, och dem som är baserade på fakta. Detta innebär dock inte att faktabaserade argument alltid är de bästa – men elever **behöver kunskaper för att överhuvudtaget kunna diskutera.** Frågor som kan vägleda eleverna är t ex; hur kan du presentera din åsikt så att andra förstår, hur kan du bemöta andras åsikter, vilka frågor kan du ställa för att få veta mer om det ni diskuterar? **Progressionen** i lärandet innefattar både hur eleven för fram och bemöter frågor, samt i vilken utsträckning de fördjupar och breddar diskussionen. Matriser som vägleder kan laddas ner från Skolverkets hemsida, under Bedömning, dessutom finner ni exempel senare i denna text. Oavsett om elevens kommunikation om sitt kunnande och sina förmågor inom NV-ämnen sker muntligt eller skriftligt, så måste eleverna anpassa den naturvetenskapliga informationen till sammanhanget, syftet och målgruppen. De måste även ges möjlighet att uttrycka detta i **olika redovisningsformer**, så som bildspel, hemsidor, filmer etc. En fråga som bör upprepas vid lärarens planering av kursen/momentet är; **"finns det andra sätt att presentera, samt utvärdera kunskap om, denna information"**.

Tips på "nya" sätt att undervisa NV-ämnena

Undervisningen i NV-ämnen har länge uppfattats som **stel, traditionell, faktaöverförande och utan koppling till verkligheten**, eller elevernas vardag och frågeställningar. Men det sker en inspirations-explosion ute på skolorna, där nya metoder utvecklas för att fånga elevernas intresse och öka deras förståelse. Här följer några exempel på "nya" sätt att undervisa NV-ämnena:

För att öka lärandet och förståelsen för de naturvetenskapliga ämnena kan man använda **rollspel** (Cakci och Bayir 2012). I en studie undersöktes detta hos barn i 10-11 års ålder och syftade till att iscensätta en forskares livshistoria. Eleverna fick utföra test före och efter rollspelet för att få syn på

åsikter och kunskap. Resultatet visade att eleverna uppvisade **ökad förståelse** efter rollspelet. Många av dem hade på förtesten uppvisat en naiv bild och förståelse av naturvetenskapliga fenomen. De positiva aspekterna som kunde ses var bland annat en **ökad förmåga att sätta in naturvetenskapen i ett socialt sammanhang**, och en ökad förståelse för den naturvetenskapliga metoden.

Men är rollspel alltid teater? Och vad är "Science through drama"? Flera studier visar att **ett undersökande arbetssätt är avgörande för att nå "Scientific Literacy"**, en slags naturvetenskaplig allmänbildning (Mamlouk-Naaman, Fortus och Hofstein, 2014). Man kan säga att det finns två typer av undersökande arbetssätt. Ett som fokuserar på **innehållsförståelse** och en som fokuserar på **förmågor**. Den senare inkluderar alla steg som ingår i ett naturvetenskapligt arbetssätt, med betoning på användandet av öppna uppgifter. Det visade sig att då man utgår från en öppen uppgift, där undersökande arbetssätt stimuleras med ett litet **"mysterium"**, så lockades fler elever att engagera och intressera sig i ämnet. Metoden kallas ofta "TEMI" = "teaching enquiry with mysteries incorporated" eller "Science through drama" (Katchevich et al. 2014, Palmer 2009, Dorion 2009). Detta betonar att öppna uppgifter inte behöver vara laborativa inom naturvetenskapen, samt att fler uttrycksätt än skriftliga rapporter kan förmedla elevers förmågor i NV-ämnena.

Vi finner ofta elever djupt försjunkna i sina mobiler och surfplattor, och i vissa skolor ges **surfplattor eller datorer till eleverna som ett lärverktyg**. Det har i samband med den teknologiska utvecklingen och möjligheten till ständig uppkoppling, fullkomligt exploderat i antalet skolanpassade **appar**, vilka kan vara en stimulerande del av undervisningen. Det är dock viktigt att som lärare alltid testa apparna först, så att de är anpassade efter undervisningen och elevernas kunskaper och ålder, samt att **utvärdera** dem efter användandet så att de faktiskt genererade ett lärande. Förutom appar har **datorbaseradespel** (och även klassiska brädspel) visat sig ha en positiv effekt på undervisningen (Tuysuz 2009). Utöver "lärappar", kopplade till ett visst ämnesinnehåll i t ex fysik eller biologi, så finns det flera appar som kan underlätta det formativa arbetssättet. Dessa kan t ex användas för att få snabb återkoppling på undervisningen i klassrummet, eller för att utvärdera elevers åsikter, eller kunskaper. En användbar app i detta fall är "Socratic". Det är även viktigt att vidareutbilda lärare att använda dessa appar på bästa sätt, så att de kan vara en guide för eleverna, samt att dessa metoder introduceras redan i lärarutbildningen (Nikula et al. 2014, Urbanger och Kometz, 2014). Här följer några förslag på appar:

Appar i NV-undervisningen:

"Video Science"(Ipad)

Videofilmer (med tydliga förklaringar på engelska) över olika experiment. Finns för kemi, biologi och fysik.

"The Elements – A Visual Exploration" (Android och Iphone)

Illustrerar det periodiska systemet på ett färgglatt och roligt sätt. Kan även fås i en 3D-version. Förklaringar är på engelska.

"Lab assistant" (Ipad)

Hjälper eleven (på engelska) vid planering av öppna laborationer genom att visa vilken utrustning som är lämplig/olämplig och hur olika ämnen kan reagera med varandra.

"Science Glossary" (Ipad)

Förklarar ord (på engelska) vilket kan underlätta om eleverna läser vetenskapliga artiklar och rapporter på

engelska. Detta är extra viktigt då engelska, enligt kursplanen i Kemi 1 och 2 på gymnasiet, ska vara en del av undervisningen.

"E-nummer guiden"

Hjälper dig att få information om olika ämnen, föreningar och molekyler. Listad efter ämnesgrupp och funktion.

"Formelsamlingen" (Android och Iphone/Ipad)

Formler i matematik, fysik och kemi för gymnasiet. Formlerna är kategoriserade efter ämne, kurs och område.

"Atoms in motion" (Ipad)

En interaktiv app som låter eleverna simulera molekylär dynamik. Kan fungera både på högstadiet och gymnasiet – men passar kanske bäst som en demonstration på högstadiet. Instruktioner på engelska.

"Coach's eye"

Kan användas för att filma undervisningen, t ex elevlaborationer

"C mol", "Molecular viewer 3" och "Molecul builder" (Ipad)

Tre avancerade appar för att studera molekylers uppbyggnad och struktur. Passar bäst för gymnasieelever och ger instruktioner på engelska..

"Chemistry mobile free" (Android)

En app för att underlätta kemistudier på gymnasiet (engelska). Liknande appar finns även för biologi och fysik. Innehåller bland annat:

- Balansera kemiska ekvationer
- Utföra stökiometriska beräkningar
- Gas lagar
- Periodiskt system
- Substansmängdsberäkningar
- Lista över formler
- Löslighetsinformation

"Socrative"

Använd för att dela åsikter eller rösta, eller för att se att alla elever har förstått undervisningen. Du kan även göra prov/test av typen: Multiple choice, True/false, Quick Quiz eller Exit ticket

"Padlet"

Är en gratis molntjänst som går att använda som en digital interaktiv anslagstavla.

"Tricider"

Genom en fråga kan du som lärare få information om hur eleverna har uppfattat det ni arbetat med och du vet då hur ni ska gå vidare. Du bjuder även in eleverna genom att vara medaktörer

"Mentimeter"

Använd mobile/surfplattan för att svara på frågor eller rösta i klassen

"Todaysmeet" och "Answergarden"

Webbpaserade lärverktyg för att samla in kommentarer, åsikter eller dokument/texter, etc

Datorsimulationer är ytterligare ett bra verktyg i naturvetenskaplig undervisning, speciellt då dessa ämnen **berör abstrakta fenomen** så som molekylformler och nanopartiklar. Dessutom finns det många laborationer som man inte kan utföra i skolan på grund av säkerhetsrisker, eller bristande tillgång till avancerad utrustning, vilka kan underlätta att göra laborationer som annars är svåra att göra i skolan (se t ex webbsidor som ger förslag på MBL = "microcomputer based laboratories"). Inom

biologi kan studier av komplexa, levande organismer, bestående av många olika kemiska och biologiska system, genomföras lättare med hjälp av datorer (Buckley och Quellmalz, 2013). För att kunna **tydliggöra dessa komplexa system** för elever kan man använda sig av olika typer av simuleringsprogram, t ex för att beskriva reaktioner i kroppen, genetiska mekanismer, eller hur ekosystem interagerar och hänger ihop. En studie (Smetana och Bell 2012) utvärderar om datorsimulationer har en effekt på lärande. De finner att datorsimulationer kan vara lika, eller mer, effektiva än traditionella undervisningsmetoder (t ex tavelundervisning, läroböcker eller praktiska övningar). Man bör dock observera att, liksom vad gäller all annan undervisning, så **beror utfallet på hur datorsimulationerna används**. Datorsimulationerna är mest användbara när a) de används som ett komplement till annan undervisning, b) när de är av hög teknologisk kvalitet, c) uppmuntrar eleverna till egen reflektion och analys. Om simuleringarna används rätt kan fler elever inkluderas i ett problembaserat lärande som är mer verklighetsnära och ger en **autentisk naturvetenskap**.

Att förstå naturvetenskap handlar i stort om att kunna **visualisera processen eller modellen** framför sig. Studentlitteratur, forskare och lärare har sedan länge skapat färdiga modeller som eleverna kan ta del av. Det har dock visat sig att elevernas lärande gynnas ännu mer om de själva kan **skapa sina egna förklaringsmodeller** (Akaygun, 2014). Ett sätt att få tillgång till elevernas modeller är genom **animeringsprogram** till datorer/surfplattor eller mobiler. När eleverna själva får göra modeller blir det större fokus på helheten – medan en färdig modell kan motsvara att lära sig fakta utantill. MEN – det är viktigt att läraren återkopplar på elevens modell, då det ofta initialt kan bli fel. Det är svårt att förenkla en modell utan att missa viktiga bitar. Se även <http://besocratic.chemistry.msu.edu> (Ainsworth, 2014). Användandet av visualiseringar i NV-undervisningen tros kunna **öka förståelsen**. Visualiseringar underlättar för eleverna att bilda mentala modeller för att förstå t ex partikelkemi (Williamson 2014). Men det är viktigt att ha i åtanke att **metavisualization** = (metakognition med avseende på visualisering) ännu är ett relativt obeforskat område (Wagner Locatelli och Arroio, 2014). Det är dock viktigt att redan i unga år introducera och förklara skillnaden mellan **makro- och mikrovärlden** (Vysotskaya, Khrebtova och Rekhtman, 2014). Eleverna kan närma sig dessa aspekter genom att t ex studera koppar och järns cykler av förändring i miljön. De kan titta på de olika reaktioner, och förändringar som är inblandade i denna cykel (och deras betydelse och användningsområden i vardag och samhälle) – och inser samtidigt att grundämnen som sådana trots allt består. Det finns många olika program och filmer för att visa upp skillnader i storlek mellan makro och mikrovärlden, t ex <http://htwins.net/scale2/>, där eleven själv kan förflytta sig mellan yttre rymden och atomens innersta beståndsdelar, via valar, bakterier och strålning.

Även Facebook, eller andra **sociala medier** kan användas i NV-undervisningen för att lyfta fram missförstånd, underlätta elev-lärare interaktioner och de få eleverna att **känna sig mer delaktiga** (Blonder och Rap, 2014). Det kan t ex **underlätta vid förberedelser till prov** – och det är då bra om läraren har skapat en egen grupp/plattform för det syftet. Det är viktigt att inkludera mobiler, plattor och liknande i undervisningen, då vi ska **förbereda ungdomarna för deras framtid** där dessa verktyg kommer ha en allt större betydelse. Eleverna kan, som sagt, använda dessa instrument för att skapa egna modeller. Men verktygen kan även användas som skrivböcker, digitala test, läroböcker, och de ger tillgång till filmer och annat undervisningsmaterial. Andra funktioner är att samla resultat, rita eller filma och dokumentera laborationer, söka information etc. Ett annat exempel är att man kan lära ut **strukturkemi** och studera molekylstrukturer, genom att använda "Jmol-baserade", interaktiva molekylära visualiseringar, eller andra **bioinformatiska program** (Charistos et al. 2014, Herra 2006).

Då får eleverna en tydligare bild av strukturer i 3D och kan se vad enstaka ändringar på atomnivå kan ha för effekt på både struktur och effektivitet/aktivitet. (Se exempel på öppen laboration med bioinformatiska metoder senare.)

Beräkningar är en del av fler naturvetenskapliga och tekniska kurser. Men i t ex kemi och fysik upplever eleverna ibland att beräkningarna är svåra och begränsande. Att kunna räkna är viktigt - men som ett alternativ till komplicerad matematik, för att förklara t ex syror och baser eller elektrokemi, kan det därför ibland vara på sin plats att använda alternativa metoder. I en studie användes grafiska metoder för att förklara syror och baser, med målet att utmana tänkandet (Eriksson, 2014). **I verkligheten påverkas nämligen resultaten av yttre förhållanden, vilket ofta utelämnas i de "stela" beräkningsmodellerna.** Tydliga diagram med färgkoder med gradientlika övergångar kan istället användas, för att hjälpa eleverna till djupare och mer bestående förståelse. Metoden gav, i ovan nämnda studie, eleverna möjligheter att reflektera över att vetenskapliga resultat är beroende av omgivande miljö. Utöver det finns det stimulerande beräkningsprogram som eleven kan använda för att öva att räkna – som stimulerar så väl intresse som förståelse, t ex <http://ncm.gu.se/kangaru> från Nationellt resurscentrum i matematik eller www.chem4free.info.

Context-based learning (CBL), eller **Kontext-baserat lärande** som vi säger i Sverige, används i många länder för att stimulera kognitiva funktioner/förmågor. Men för att detta ska fungera behövs lämpliga bedömningsverktyg och sätt att analysera elevernas svar. I en studie utgick uppgifterna från tre olika perspektiv, personligt, samhälleligt eller professionellt – och fokus var på organkemi och kemisk bindning (Broman och Parchman, 2014; Montserrat et al. 2014). Eleverna fick besvara frågor som inte var av faktakaraktär. Den frågeställning som studien utgick ifrån var: hur applicerar eleverna kemiinnehållet, och vilka missförstånd uppvisar de medan de löser kontext-baserade uppgifter? Studien visade att **eleverna var ovana med uppgifter som krävde ett högre tänkande – och spontana svar angav oftast endast fakta.** En av de saker som var lite för abstrakt för eleverna var oktettregeln. Men med **strukturerad återkoppling** underlättar lärandet och undervisningen, vilket är viktigt att ha i åtanke då man använder denna undervisningsmetod.

För att kunna arbeta enligt ett kontextbaserat lärande behöver de **läroböcker eller det lärmaterial som presenteras för eleverna utvecklas.** Användandet av läroböcker, efter att eleverna börjat använda kontextbaserat lärande, studerades i Nederländerna (Goedhart, 2014). Även om förlagen i landet försökt göra nya böcker, efter den nya läroplan som trädde i kraft under 2013, så är de kontext som böckerna presenterar i det närmaste endast faktaillustrationer av kemisk kunskap enligt "gammal, traditionell" kemi. Med andra ord behövs det eftertanke då CBL ska innefattas i läroböcker, och det visar sig vara svårt att implementera detta arbetssätt. Även här är det kollegiala samtalet av stor vikt för att utvärdera och välja litteratur, källor och undervisningsmaterial.

IBL (Inquiry based learning) eller IBSE (Inquirybased Science education) är ett annat sätt att arbeta med mer öppna frågeställningar där elever, med stöd och återkoppling av läraren, själv driver sitt arbete framåt. Detta arbetssätt kräver vissa förutsättningar för att ha störst positiv effekt på lärandet; 1) en läroplan som ger utrymme för denna typ av undervisning, 2) bra teman, 3) studenter som accepterar att arbeta på detta sätt, och 4) lärare som kan och vill undervisa på detta sätt. Vid undersökningar visade det sig att **eleverna är väldigt mottagliga** för att arbeta på detta sätt, medan **lärarna känner sig väldigt ovana** (Alberts 2009, Franklin 2000, CTrnactova, Smejkal och Zamecnikova, 2014). Lärare finner "inquiry based" undervisning som för **tidskrävande** och att de (om de jobbar så)

är rädda att inte hinna igenom hela kursplanens innehåll. Många lärare trodde att detta arbetssätt alltid var kopplat till laborationer där eleverna besvarar en egen frågeställning – men det är viktigt att visa på att **undersökningar kan göras på många olika sätt**. T ex kan man jobba med Concept Cartoons, simuleringar, etc (Strubbe et al. 2012, Strubbe och Vanhoe, 2014). (Läs mer om Concept cartoons och andra aktiverande klassrumsövningar under rubriken "Språkutveckling".) Ett exempel på öppet projekt inom kemiämnet kan vara att eleverna själva får **göra ett periodiskt system utifrån ämnens egenskaper**, som variation till att utgå från periodiska systemet från ett faktaöverförande perspektiv (Trudel och Metiui, 2014, Ben-Zvi och Genut 2007). Ett annat alternativ är att konstruera ett "periodiskt system" utifrån historisk, geografisk utgångspunkt eller baserat på användningsområde (Brito, Rodriguez, Niaz 2005). En annorlunda utgångspunkt för ett undersökande NV-projekt kan vara att man betonar "**misstagens betydelse**" för nya kemiska upptäckter (Maia och Serra, 2014).

Flipped classroom är ett begrepp som vi ofta möts av i media. Detta innebär att man "vänder på steken" så att eleverna förbreder sig för nästföljande lektion, t ex genom att höra en filmad föreläsning. En variant är så kallad **CPA (course preparation assignments)** vilket innebär att eleverna måste läsa på allt kursmaterial *innan kursen* börjar. De får stöd för läsningen genom tänkande, utvecklande frågor. Detta har visat sig ge bra resultat och ökad förståelse och lärande inom NV-ämnena (Ronkainen 2014, Tomasek 2009).

P. Nilsson (2012) ger förslag på hur man redan under lärarutbildningen och fortbildning för lärare, kan komma åt det minskade intresset för NV-ämnena. Hon beskriver "**learning study**" som en metod för lärare att utveckla sin förmåga att tydliggöra naturvetenskapliga fenomen/teorier. I projektet samarbetar lärare och forskare för att utforska lärarnas undervisningsaktiviteter, så att de tillsammans kan **identifiera vad som är kritiskt för lärandet**. Projektet syftade till att undersöka hur (om) lärare på detta sätt ökar sin professionella kunskap runt undervisning, och i sin tur om detta ger ökat lärande hos eleverna. Undervisningen filmades och kommenterades/analyserades av inblandade lärare och forskare. Lärargruppen vidareutvecklade sedan undervisningsmomentet efter återkoppling, och nästa elevgrupp som mötte ämnesområdet fick då tillgång till ett mer utvecklat och genomtänkt material. Resultatet ger insikt i **hur och att lärare kan utveckla sin undervisningsteknik och kunskap** genom att studera och analysera den egna praktiken. T ex kom detta arbetssätt åt faktorer och begrepp som läraren tagit för givet att eleverna förstod – vilket genom analys snarare visade sig orsaka svårighet eller missförstånd för eleverna. Betydelsen av det **kollegiala lärandet** blir även här tydligt (Jönsson 2013). Det är även viktigt att **ämneskunskapen** hos undervisande lärare på lärarutbildningen är hög, så att fokus inte hamnar endast på ämnesdidaktik utan även på ämnet. Utan en kunskap inom respektive ämne blir ämnesdidaktik ett tomt verktyg.

Betydelsen av praktiskt arbete inom NV-ämnena

Laborationer anses kunna **underlätta lärande och förståelse** för kemi och naturvetenskap. Men i vilken grad praktiskt arbete omfattas i kemikurser varierar både inom Sverige och internationellt, liksom i vilken omfattning dessa förmågor bedöms. En studie i Stor Britannien tar upp frågan om "görandet", som en laboration omfattar, faktiskt leder till förståelse (Toplis och Allen, 2011). De konstaterar dels att de flesta elever gillar laborationer. En orsak tros vara att eleverna har en viss kontroll över hur fort de ska jobba, vilken organisation som är lämplig och vilken kunskap som kan

appliceras. Lärare å sin sida menar att laborationerna hjälper eleverna att förstå koncept och begrepp – och att all naturvetenskaplig kunskap inte kan hämtas från kursböcker. Men i vilken grad denna påstådda ökade förståelse faktiskt sker hos eleverna är ofta inget som lärarna frågar sig, och det väntade sambandet visades inte i denna studie. Det finns tyvärr få andra studier som pekar på sambandet mellan laborationer och lärande. Laborationer i egen rätt ger ju inte automatiskt lärande. **De laborationer som kan anses visa på ett ökat lärande är så kallade "öppna laborationer"**. Öppna laborationer kan t ex vara laborationer som utgår från elevernas egna frågeställningar och planeringar. Dessa kan anses ge eleverna ökad motivation och känsla av att "äga" lärandet, samt att de själva inser betydelsen av grundkunskap, för att ens kunna forma sin frågeställning och laboration. Dessa typer av laborationer gör att eleven ställer färre frågor av karaktären "vad ska hända?" och fler "varför hände det?" och hellre frågor som "hur skulle det bli om vi gjorde så här..?". För att på ett givande sätt kunna arbeta med dessa laborationer måste läraren ha nått en insikt i att **kemikunskaper är mycket mer än ett "rabblande" av fakta och formler**. Toplis och Allen (2011) definierar olika typer av öppna laborationer till att vara av typen "hypotes-testande" eller "problemlösande". Då elever tillfrågades sa de att de gärna utför öppna laborationer – men att de då gärna vill ha **chans att göra om och utveckla laborationen** (med chans till högre betyg). Eleverna sa även att öppna laborationer förekom i mindre grad i högre åldrar – då laborationer istället hade mer "receptkaraktär". Artikeln visade att lärare ofta fokuserar laborationerna till att utveckla naturvetenskaplig förståelse, snarare än naturvetenskaplig nyfikenhet och testande av egna teorier.

Samma problematik kan ses i flera länder. T ex såg man i Slovenien (liksom vi gör i Sverige) att utbildningen inte har varit anpassad efter nya, moderna tekniker och metoder. (Sorgo och Spornjak, 2011). För att anpassa och förbereda elever, och samhället i stort, för framtiden behövs både naturvetenskaplig allmänbildning, och en kunskapsbas och motivation som förbereder intresserade elever för framtida jobb inom forskning och industri. I Slovenien fann man att "föryngringen" av NV/TE-undervisningen gynnas av **undersökande (inquiry based) undervisning, fältarbete** och uppgifter kopplade till **elevernas intresse** för att öka lärandet, samt hjälpa eleverna att nå högre kognitiva nivåer. För att en förändring ska kunna genomföras i skolorna måste lärarna även ha tillgång till **vidareutbildning** inom både ämnet och nya pedagogiska metoder/teorier. Om **läroplanen är överlastad med faktainnehåll och begrepp** lämnas ett allt för litet utrymme för lärarna att kunna initiera och genomföra problemlösande, kontextbaserat lärande, vilket stöder hur den svenska läroplanen är utformad. Målet för laborativa, öppna uppgifter är att eleverna ska kunna "välja och använda rätt typ av utrustning", "identifiera experimentella faktorer", "skilja på konstanter och variabler", "värdera sannolikheten av resultaten" och "kunna dra slutsatser kopplade till kända teorier". Detta kan vara viktiga aspekter att tänka på även i Sverige när vi definierar vad som ska bedömas gällande praktiskt arbete.

Betydelsen av praktiskt arbete, och huruvida det ska ligga till grund för bedömning, debatteras i flera länder, t ex på Irland, där laborativt arbete blev obligatoriskt först 2003 (Kennedy, 2011). Praktiskt arbete har varit med i landets läroplaner längre än så – men då i frivillig form - och kunde variera mycket mellan skolorna. Nytt fokus på laborationer ledde till ett behov av en annan typ av bedömningsmodell. För att kunna dokumentera och bedöma eleverna, samt för att kunna ge framåtsyftande återkoppling, ska eleverna föra en **laborationsbok** som ska motsvara ca 10% av det slutgiltiga betyget. Man konstaterade att bedömning av laborativt arbete bör ske enligt en väl definierad "checklista" och med utvärderingar av eleverna före och efter genomfört laborationsprov.

De observerade att laborativa prov kan/ska användas för att testa sådant som **inte kan testas med traditionellt skriftligt prov eller laborationsrapport**. Man fann att förmågor så som "analys", "syntes" och "utvärdering av metod och teori" inte i någon högre grad testades med traditionella skriftliga prov eller rapporter. Teoretiska prov och rapporter konstaterades därför bara kunna utvärdera en begränsad del av ämnet. Genom att bedömas på praktisk förmåga tros eleverna motiveras att ta större del av och initiativ i laborationer. Då fokus inte ska ligga på rabblandet av faktakunskaper får eleverna ha sin **laborationsbok** (som en loggbok som kan ersätta den traditionella laborationsrapporten) tillhanda då de utför laborationsprov, samt intervjuer. När man utvärderade elevernas uppfattningar fann man att de upplevde **språket i öppna uppgifter svårare** än vid traditionell undervisning (Kidman, 2011) – men samtidigt öppnar detta upp för ett **språkutvecklande arbetssätt** med en tydlig diskussion rörande språket.

Det nya arbetssättet lyfte dock fram problem, så som brist på laborationssalar och utrustning, samt att **öppna laborationer tar mycket tid och kräver djupa ämneskunskaper hos läraren**. Det visade sig nämligen att eleverna initialt behövde mycket hjälp för att komma igång med det självständiga laborativa arbetet, samt att brainstorming och planerande tog mycket tid. Flertalet av lärarna i en liknande studie svarade att de kände stor nervositet för de moment som gav eleverna större frihetsgrader (Kidman 2011). Anledningen var dels bristande ämneskunskaper, och dels rent **organisatoriska aspekter**, så som hur man bibehåller ordningen i ett klassrum där alla elever håller på med olika saker. Ett annat problem var att **eleverna tog olika mycket tid på sig** – vilket även ledde till extraarbete för läraren som då måste finna på nya uppgifter och salar till de elever som var klara snabbare. Dessa problem är aktuella även i Sverige och bör tas hänsyn till t ex vid schemaläggning och arbetstidsplanering för lärare. En annan faktor som bidrar till en ovilja att anamma öppna laborationer är de allt **strängare säkerhetsreglerna** och kraven på en adekvat riskbedömning av varje laboration, vilket lyfter fram betydelsen av säkerhetskurser (erbjuds t ex av kemilärarnas resurscentrum, www.krc.su.se) anordnande av verksamma kemister/biologer/fysiker. Ett sätt att komma åt "rädslan" är att lyfta fram och tipsa om laborationer i mikroskala, samt att erbjuda ett bibliotek med teman för öppna laborationer som kan användas av lärarna initialt. Lärarna fann dock en stor vinst i lärandet, förståelsen och intresset hos elever, då de arbetade på detta sätt. **Så kollegiala samtal, samt tid för planering och bedömning måste arrangeras på skolledarnivå för att optimera arbetet med öppna uppgifter.**

Även i Australien har elever sedan länge undervisats i NV-ämnen med fokus på fakta och teori – långt ifrån ett laboratorium (Kidman, 2011). Detta angrips i en ny läroplan som förordar att eleverna **"identifierar problem, observerar, mäter, klassificerar, ordnar, förutser, formulerar hypoteser, genomför experiment, tolkar data och funderar över resultatens rimlighet"**. Detta "gamla" arbetssätt hade lett till en undervisning som eleverna inte kunde relatera till eller finna intresse av, och att få elever därmed väljer att läsa NV-utbildningar på gymnasiet, samt på universiteten. Liksom på Irland eller i Slovenien fann man att en bra kemiundervisning bör baseras på ett **undersökande arbetssätt** som utgår från elevkonstruerade frågeställningar (se även Jönsson et al. 2013). Elever ska få en **autentisk upplevelse** av naturvetenskap. NV-undervisning bör förbereda eleverna för att (oavsett om de väljer ett naturvetenskapligt yrke eller ej) **leva i och förstå ett framtida samhälle** med en konstant teknologisk och vetenskaplig förändring. Den **sociokulturella betydelsen** av ett naturvetenskapligt kunnande har länge eftersatts, vilket vi även upplever i det svenska samhället.

Även i Israel har fokus i NV-ämnen flyttats mer mot en undersökande arbetsform (Mamluk-Naaman och Barnea, 2011). Där fann man att den viktigaste komponenten för att generera lärande är att låta eleverna ***själva testa apparatur, teorier och egna idéer***. Detta kräver dock att eleverna ***ges tid för reflektion och interaktion*** med andra elever. Eleverna måste få ***kontinuerlig feedback*** och ha tid att reflektera över denna. Utan detta kan man som lärare inte förvänta sig att eleverna kan nå ett metakognitivt tänkande. ***Utmaningen är att ha lärare med både adekvat och djup ämneskunskap, samt en vilja att utveckla och ändra ett traditionellt arbetssätt***. Man bör dock tänka på att även om skolreformer förordar en problembaserad, undersökande arbetsform, så försvinner inte behovet och betydelsen av ***"receptlaborationer"*** som ett verktyg för att öva användandet av apparater och utrustning. För att sträva mot en modern NV-undervisning kan man även inkludera ***databaserade laborationer*** i skolutvecklingen, med målet att lättare koppla till aktuella och verklighetsnära frågeställningar. I Israel har man utvecklat en egen variant för bedömning av praktiska förmågor, en så kallad ***"hot report"***. Dessa "hot reports", skriver varje elev före, under och efter varje öppen laboration (ca 20 stycken). Dessa rapporter, tillsammans med provresultat, traditionella uppgifter, etc, samlas i elevens egen portfölj. ***Portföljerna bedöms kontinuerligt och återkoppling ges***, som leder eleven att gradvis förbättra sina prestationer. Det formativa perspektivet att ***feedback ska fungera åt båda hållen*** är tydlig i den israeliska läroplanen. Elevernas resultat ska direkt påverka lärarens fortsatta undervisning för att öka lärandet. Även det ***kollegiala lärandet*** är av stor betydelse för att lyckas med det, för många lärare, nya arbetssättet.

Även i Tyskland har läroplanerna inom NV-ämnen länge fokuserat på att lära fakta och teorier (Fuccia et al. 2011). De dåliga resultaten på PISA- och TIMMS- undersökningarna (år 2000 och 1997) gav dock Tyskland en spark i rätt riktning. En ***nationell standard för naturvetenskaplig undervisning*** utvecklades, som frångick de tidigare läroplanerna som främst redogjorde för en radda begrepp som eleven skulle kunna. ***Fyra kunskapsområden definierades***; ämneskunskaper, kunskapsökande, kommunikation av kunskaper och slutligen en utvärderande förmåga. För att underlätta för eleverna att initiera laborationer (och stötta lärare främst i de lägre åldrarna), konstruerades laborationer som kan genomföras med ***vardagskemikalier***. Arbetssättet genererade ett ökat intresse och förståelse (Christensson, 2014, Bolte et al. 2013). Ett annat statligt stödmaterial i Tyskland lyfter fram användandet av ***mikrolaborationer***, detta kan i Sverige återfinnas t ex på hemsidorna hos de nationella resurscentra. För att stimulera det naturvetenskapliga tänkandet ger läraren ut ***frågor/uppgifter tillsammans med en samling möjliga svar***. Eleverna ska sedan diskutera fram (i grupper) vilket svar som verkar mest korrekt och varför. För att fullständigt förstå naturvetenskapliga instruktioner – måste dock eleverna kunna prata och förstå ***språket*** som talas i klassrummet (lingvistisk förmåga). Detta gäller inte bara tyska skolelever – utan är tydligt framställt i tolkningarna av svenska elevers resultat på de senaste PISA-undersökningarna. Att göra ***ordlistor*** är ett sätt att komma åt detta problem i en elevaktiv uppgift. Man kan som lärare även i större omfattning använda bilder och andra illustrationer för att stötta den språkliga utvecklingen. Ett sätt att kombinera detta kan vara att eleverna – istället för en traditionell laborationsrapport – gör en ***"bilddagbok"*** över experimentuppställningen, genomförandet och resultaten. Som lärare kan man även göra en ***laborationshandledning där det finns luckor***, som eleverna själva ska kunna fylla i innan laborationen genomförs (se även under rubriken "Språkutveckling").

Det laborativa arbetets betydelse i undervisningen

Vi ska enligt Skolverkets instruktioner, i kurs- och ämnesplaner, bedöma hur väl eleverna genomför praktiska uppgifter, vilket kräver att vi utgår ifrån en bedömning som inte endast mäter teoretiska kunskaper. Detta stämmer väl med "**det naturvetenskapliga arbetssättet**" som tydligt betonas i de olika NV-ämnenas syftestexter. Detta förutsätter att eleven kan formulera frågeställningar, genomföra undersökningar, tolka dessa och vid behov justera sina metoder. Här följer några frågor att som lärare reflektera över och diskutera med sina kollegor inför utvecklingen av bedömningsunderlag/bedömningskriterier för praktiskt arbete:

Reflektera med dina kollegor över:
1. Vilken roll har det laborativa arbetet i din undervisning?
2. Vad är för- och nackdelarna med "receptlaborationer"?
3. Är det svårare eller lättare att bedöma praktiska förmågor jämfört med teoretiska?
4. Vilka fem aspekter tycker du är viktigast att titta på då man bedömer praktiska förmågor (t ex säkerhetsanalys, metodval, kontinuerlig reflektion och flexibilitet)?
5. Vilka grundförutsättningar tycker du ska vara uppfyllda för att en elev ska kunna klara av att planera, genomföra och tolka en egen, öppen laboration?
6. Är det några kunskapsområden inom kemiämnet som eleverna brukar ha svårare att ta till sig? Vad tror du kan orsaka dessa svårigheter eller missförstånd?
7. Vilka laborationer skulle du vilja göra med dina elever – men saknar möjligheter till (t ex på grund av avsaknad av kemikalier eller utrustning)?
8. Vad skulle du vilja ha för stöd för att utveckla öppna laborationer med ett formativt arbetssätt?
9. Hur arbetar du med feedback och chans för eleverna att göra om uppgifter efter feedback?

Bedömning

Elever lär sig inte alltid vad vi undervisar – och det är i kopplingen mellan vad som undervisats och vad lärts som bedömning/utvärderingar kommer in (William 2011, 2014). Endast genom någon form av utvärdering kan vi bedöma huruvida undervisningen har haft önskad effekt. Utvärderingen kan sedan användas för att förbättra och utveckla undervisningen. **Om en bedömning används formativt kan man se det genom att den används för att på ett bättre sätt leda undervisningen mot avsedda mål.** Sadler (1989) menar att en formativ bedömning ger eleven en upplevelse vad som avgör kvalitet. Andra forskare menar att betydelsen är omedelbar och endast fungerar i den pågående aktiviteten (t ex Kahl, 2005). Men i stort sett är alla överens om att en bedömning är formativ om den bidrar till att eleven/läraren tar steg som förbättrar lär/undervisningsprocessen som inte skulle ha tagits om bedömningen inte hade genomförts (Black and William 2009). Det kan vara bra att tänka på att det inte absolut måste ske en förändring för att det ska utveckla lärandet. Man kan komma fram till att läraren/eleven gjorde alldeles rätt och riktigt från början. **Självreglerat lärande** är ett annat

namn som kommer upp vid formativ bedömning. Det skiljer sig inte mycket men indikerar ett större inre ansvar hos eleven som själv söker upp information som behövs för att komma vidare. Det formativa arbetssättet fokuserar mer på vad som händer i klassrummet. Man kan säga att det behövs ett självreglerat lärande för att ha en produktiv formativ bedömning.

Bedömningsaspekter avser vad du som lärare kan/ska titta efter för att bedöma om t ex en analys är enkel, utvecklad eller välutvecklad (Wiliam 2014). Kunskapskraven måste även alltid förstås **i ett sammanhang**. Det är viktigt att eleverna får veta vilken/vilka förmågor som är aktuella i undervisningen, vilka delar av kunskapskraven som berörs och vilka bedömningsaspekter som kommer att användas. För att bedömning ska kunna fungera så är det viktigt att **undervisningen faktiskt fokuserar på det som kommer ligga till grund för bedömningen**. Att ha förmågan att kunna föra resonemang kan sägas ha följande bedömningsaspekter; a) hur många led eleven resonerar i, b) i vilken omfattning eleven konkretiserar, c) hur mycket relevant innehåll behandlas, d) i vilken omfattning problematiserar eleven, e) i vilken omfattning dras relevanta slutsatser, f) i vilken omfattning används ämnesspecifika begrepp och g) i vilken omfattning underbygger eleven sitt resonemang (observera att bokstäverna ej är betyg). Andra typer av bedömningsaspekter kan vara; hur självständigt, hur tydligt, med vilken precision eller hur väl begrepp används och i vilket sammanhang de används, eller vilken innehållslig bredd det har. Eftersom det kan vara svårt att särskilja närliggande bedömningsaspekter kan det vara bra att som lärare inte ta upp dessa samtidigt. För många bedömningsaspekter kan försvåra bedömningen. Se även **Bedömningsaspekter, Skolverkets hemsida**.

Eleve exempel nämns då man pratar om ett formativt arbetssätt. Genom exemplen (även kallade **standards**) så får eleven syn på olika kvaliteter och vad som skiljer ett arbete på olika betygsnivåer. Man kan gärna utgå från tidigare elevers arbeten, eller konstruera texter/uppgifter själv med olika kvalitet, gärna flera på varje betygsnivå då ett C kan se väldigt olika ut. Men ibland kan det vara svårt att hitta eller konstruera bra, egna exempel - och då kan man ta hjälp av hela klassens elevarbeten eller diskussion. T ex kan **"EPA-metoden"** användas (se tidigare). Tillsammans kan klassen då komma fram till rätt svar – eventuellt med återkoppling från läraren då det behövs. Men det förutsätter att det är ett bra och tryggt klassrumsklimat. Ett annat alternativ är att utforma t ex en laborationsrapport framför eleverna – som då får chans att fråga hur läraren menar/gör i varje steg. Läs mer om exempel på praktiskt arbete senare i texten.

Hur kan man arbeta formativt med NV-ämnen?

Bedömning ska generera nyanserad information om elevers prestationer, i förhållande till på förhand givna mål och kriterier. Den stora skillnaden mellan formativa och summativa bedömningar är hur bedömningen används – inte i hur den samlas in. **Bedömningar kan först betraktas som formativa då de används av läraren, eleven eller klassen använder dessa för att öka lärandet**. Varje gång informationen av feedback används så - ökar även förståelsen av målen. Detta kräver att uppgifterna i undervisningen utformas och konstrueras utifrån kursplanerna (Jönsson 2010, Lindahl 2010, Jönsson et al 2013).

Läraren måste ha en klar bild av undervisningens mål. Att **på förhand klargöra krav och förväntningar** för eleverna är inte så lätt som det låter. Man ska förmedla något på ett språk som

eleverna inte ännu har. Syftestexterna i biologi, kemi och fysik är likartade och definierar vad eleverna ska utveckla t ex; granska information, kommunicera och ta ställning, genomföra systematiska undersökningar och använda naturvetenskapliga begrepp, modeller och teorier. Men naturligtvis kan man inte utveckla förmågor utan ett **ämnesinnehåll**, vilket tydliggörs i det "centrala innehållet". Kunskapskraven är formulerade i termer av handlingar och inte baserat på fakta – då dessa ska värderas ifall eleven kan använda sina kunskaper. Detta innebär dock inte att fakta- eller begreppskunskaper är oviktiga – men däremot räcker det inte att memorera faktakunskaper. För att förtydliga detta för eleverna räcker det inte att läsa upp målen i början av ett kunskapsavsnitt, då orden i kursplanerna till en början saknar betydelse för eleverna (Jönsson et al 2013). Att tydliggöra förväntningarna för eleverna är alltså något som tar och måste få ta tid. Bedömningsmatriser är ett sätt att tydliggöra förväntningar och detta verktyg kan användas för att bedöma kvalitativ kunskap. Matriser kan dock inte stå på egna ben och man kan inte dela ut dessa till eleverna och förvänta att de kan använda dessa. De måste kombineras med kommunikation, diskussioner och konkreta **exempel/standards**. Man har sett att lärare som bedömer efter en matris ofta är mer konsekventa och bedömer mer likvärdigt. De kan även bidra till att olika lärare bedömer mer likartat (Jönsson 2010, 2013). Att formulera matriser kan ta tid – men studier har visat att denna tid återfås vid bedömningstillfället.

Bedöma förmågor i NV-ämnena?

Det kan vara svårt att bedöma förmågor och det kan finnas skillnader mellan lärare i vad som t ex definierar ett kvalitativt, "bra" resonemang. ***Kunskapen hos eleverna kan även vara kontext- eller situationsberoende***, t ex kan det vara svårare att redovisa inför hela klassen än inför en liten grupp, eller att redovisa kunskaper på ett tidspressat prov jämfört med vid en klassdiskussion. Då flera faktorer spelar in är det viktigt att, så mycket det är möjligt, diskutera bedömning med sina kollegor, samt ge eleverna chans att visa sina kunskaper på olika sätt. Det finns även digitala resurser för dessa diskussioner, så som Facebookgruppen "Bedömning för lärande" eller hemsidan "www.elevexempel.se". Utöver detta erbjuder Skolverket en webbkurs om bedömning; läs gärna mer på <http://www.skolverket.se/kompetens-och-fortbildning/lorare/bedomning-och-betyg>. I kursen finns filmer och videor över olika bedömningssituationer och hur och vad man kan reflektera över.

Vid bedömningsdiskussioner kan man utgå från några allmänna principer för bedömning, så som;

- a) ***Kontrollera överensstämmelse mellan mål/kunskapskrav och bedömning***
- b) ***Formulera bedömningskriterier och anvisningar:*** (tydliggör vad som krävs för att t ex kunna genomföra en undersökning, vad menas med "enkla undersökningar"?)
- c) ***Dokumentera elevernas prestationer:*** (så att läraren inte går på intuition utan tydligt kopplar bedömning till förmågor och prestationer). Bedömningsmatriser kan underlätta dokumentation och förhindra att fel saker bedöms. Andra alternativ är att filma eleverna eller att ha ett "observationsprotokoll" som fylls i medan eleven agerar
- d) ***Använd olika bedömningsformer*** och testa inte eleverna endast med t ex prov

Olika elever behöver olika former av återkoppling. Det är därför ***svårt att klargöra vilken typ av***

Återkoppling som är mest effektiv för elevernas lärande. Det är dock oftast mest gynnsamt att använda skriftlig återkoppling, jämfört med muntligt (Jönsson 2010, 2012). Återkopplingen ska oavsett vara uppgiftsrelaterad, nyanserad, framåtsyftande och dialogisk. Om återkopplingen är kopplad till uppgiften finns det möjlighet för eleven att **förbättra sina prestationer**, t ex genom att **revidera** en laborationsrapport eller göra om ett prov. Man bör helt undvika att använda sig av personrelaterad återkoppling, som "begåvad" eller "omotiverad". Återkopplingen ska ge information om elevens styrkor och utvecklingsbehov. Men detta räcker inte – återkopplingen ska även ge **en strategi** för hur eleven ska utvecklas och öka lärandet. Denna återkoppling kan t ex vara i form av frågor som "tvingar" eleven att tänka till själv. Eleverna behöver också ges tillfälle att **använda återkopplingen**. Ett sätt att göra återkopplingen mer dialogisk är att bjuda in eleven att medverka i bedömningsprocessen, eller att tillsammans diskutera exempel/standards av olika kvalitet (Jönsson 2012, 2013, Lundahl 2013).

Det finns även flera **digitala hjälpmedel** att använda vid bedömning. Tidigare nämndes t ex "Socrative" och ett annat system för online-bedömning är "PeerWise system". Detta program har t ex använts och undersökts vid kamratbedömning i England (Galloway, 2014). De fann att studenternas aktivitet var högre än väntat och täckte fler ämnesområden än då mer traditionell, skriftlig bedömning användes. "PREZI" är ett annat program som (förutom att kunna användas då eleverna gör sina egna muntliga presentationer) kan användas för att göra interaktiva mindmaps (Krause et al. 2014). Det hjälper eleverna att se samband och ger dem ett tredimensionellt nätverk mellan olika moment/delar i en kurs. Utöver det kan programmet användas för att enklare ge återkoppling till, eller mellan, elever. Ett annat sätt att arbeta digitalt är att eleverna får göra en **"autoquiz"** (på mobil/surfplattor eller datorer) till sina klasskompisar över ett ämnesområde eller kapitel (Camacho, 2014). De ska då även skriva svaren och motivera varför dessa svar är de mest lämpliga. Då detta arbetssätt studerades fann man att eleverna efteråt klarade det slutgiltiga provet med mellan 80-100% korrekta svar, vilket var en mycket högre frekvens än tidigare uppmätt. Kursen och arbetssättet uppskattades också av eleverna med mellan 90-100%. Ett annat program för ett formativt prov, är www.digitalaprov.se, där läraren kan göra så väl flervalsfrågor som mer öppna frågor.

Även om skriftlig återkoppling har visat sig ha störst positiv effekt (se t ex Jönsson 2012, Lundahl 2011), kan muntlig återkoppling ibland vara på sin plats. Då finns det t ex ett verktyg för att ge **ljudfeedback** som är anpassat till att användas till elevens presentationer och dokument på "Google Drive". Verktyget heter **"Kaizena"** och kan laddas ned från Google Drive store. När läraren har öppnat elevens presentation så markerar hen det område i texten hen vill kommentera, klickar på mikrofonikonen och pratar in sin återkoppling. Läraren kan genom programmet även ge skriftlig återkoppling eller länka till en hemsida eller dokument. Om läraren/eleven så önskar kan även den muntliga återkopplingen göras om till skriftlig och länkas in i texten där den hör hemma.

Formativa prov

Ett formativt arbetssätt ska genomsyra hela undervisningen. Ett område som många anser svårt att arbeta formativt med är skriftliga prov. Men även dessa kan formas så att de stöder en progression i lärandet. Dessa kan formas på olika sätt, t ex;

1. Eleven börjar kursen med att svara på frågor i ett prov – med hjälp av böcker, internet och tidskrifter, för att sedan, i slutet av kursen, göra samma prov självständigt och individuellt. Om eleven får återkoppling på det första provet kan eleven använda detta då hen gör slutprovet.
2. Eleverna gör provfrågorna som sedan används till provet. Starta med att dela klassen i grupper om t ex fyra personer, där varje grupp gör två provfrågor, samt sammanfattar hur svaren ska se ut. Läraren ger återkoppling, varefter varje grupp presenterar sina provfrågor + svar för klassen. Klassen kan då ställa frågor till gruppen (och läraren) – så att en diskussion runt innehållet skapas. I slutet av kursen sätter läraren ihop alla frågor till ett prov som eleverna sedan kan besvara. De frågor som eleverna eventuellt inte kan svara på (eller svarar fel på) ger läraren återkoppling på, varefter dessa frågor dyker upp igen på nästa prov.
3. Eleverna svarar på frågor i ett prov, gärna med öppna frågor, under en lektion. Läraren rättar sedan provet (använd t ex ett feedbackprotokoll som beskrivits tidigare) och ger sin återkoppling till eleverna. Eleverna får sedan chans att läsa igenom sin återkoppling och kan ställa frågor till läraren. Därefter gör eleverna ett nytt prov (eller provdel 2) med andra öppna frågor än prov 1, fast inom samma ämnesområde, så att de kan använda den återkoppling de fått på provdel 1.

Nedan ser ni ett formativt prov (utformad som punkt 3 ovan), vilket berör temat "förbränning" och innefattar dels *stökiometriska beräkningar*, samt en *miljöanalys* (Nilsson, 2013). Provet består i detta fall av en enda halvöppen frågeställning, vilken beräknas ta eleverna upp till 50 minuters provtid. Efter frågan får eleverna återkoppling enligt det feedbackprotokoll ni finner i exemplet. Därefter fick eleverna göra provdel 2 med en liknande frågeställning (vilken ni även kan finna i exemplet nedan).

Provfråga 1:

"Linn har nyss fått körkort och kör motorcykel ca 4 mil varje dag till och från skolan (5 dagar i veckan). Motorcykeln drar ca 1,2 l per mil och priset för bensinen är 15 kr/l. I skolan har Linn lärt sig att 1 l bensin ger 2,28 kg koldioxid. Hur mycket koldioxid släpper hon genom sin körning ut i vecka och hur mycket försvinner som vattenånga per dag? Vad är det för reaktion som har skett och vad har detta för effekt på miljön? Kan hon göra något för att minska sin påverkan på miljön? Om hon vill minska sitt utsläpp av koldioxid till 45 kg i veckan – hur ska hon göra då? I denna fråga kan vi förenkla formeln för bensin till C_8H_{18} "

Vad förväntade vi oss för svar:

Det är viktigt att läraren redan från början har tänkt ut och formulerat vilka svar hen väntar sig på respektive prov/provfråga. Hur skulle ett perfekt besvarat svar se ut? Läraren kan även, baserat på elevfeedback eller tidigare erfarenheter, förutse vilka missförstånd som kan uppstå hos eleven, samt hur dessa skulle kunna klagöras. Även när, hur och på vilket sätt bedömning ska ske ska vara klargjort redan vid planeringsstadiet. Nedan ser ni exempel på faktorer som kan vara viktiga för att besvara den aktuella provfrågan på ett tillfredställande sätt:

Viktiga kunskaper/förmågor:

Skriva reaktionsformel för förbränning av bensin (förenklad) och balansera denna

Beräkna hur många kg koldioxid som släpps ut i veckan

Beräkna mängd vatten (massa) som bildas per dag
Miljöanalys och ge exempel på alternativa bränslen
Beräkna mängd bensin som ger 45 kg koldioxid, reflektera över antal mils körning detta motsvarar och reflektera över alternativa bränslen eller transportsätt
Utföra förenklade beräkningar med alternativa bränslen så som etanol
Utföra tydliga beräkningar som är lätta att följa och där korrekta enheter anges

Viktiga begrepp:
Förbränning
Koldioxid (i luften, vid förbränning, vid fotosyntes/respiration)
Växthuseffekt
Utbyte vid reaktioner (i detta fall vid förbränning)
Alternativa bränslen, t ex etanol, biogas eller solenergi
Energiinnehåll och endoterma/exoterma reaktioner
Balansering av formler (förbränningsreaktion med bensin)
Kemiska formler för förhållandet mellan massa, molmassa och substansmängd, samt volym och koncentration

Bedömningsmatris:

Nedan ser ni en matris över de aspekter som bedömdes i relation till de kunskapskrav som gäller för betygen E, C och A. Självklart kan matrisen användas utan betygskala.

	E	C	A
Begrepp	Använder aktuella vetenskapliga begrepp översiktligt, med viss säkerhet, och exemplifierar till viss del	Använder aktuella vetenskapliga begrepp utförligt, med viss säkerhet, och exemplifierar alla begrepp	Använder aktuella vetenskapliga begrepp utförligt och nyanserat, med säkerhet, och exemplifierar och generaliserar alla begrepp
Reaktionsformel	Korrekta ämnen i förbränningsreaktionen, delvis balanserad	Korrekta ämnen i förbränningsreaktionen som är till största del korrekt balanserad	Korrekta ämnen i förbränningsreaktionen som är korrekt balanserad
Beräkning (mängd CO₂)	Beräknar till största delen korrekt antal liter bensin per vecka och hur mycket CO ₂ det motsvarar	Beräknar korrekt antal liter bensin per vecka och hur mycket CO ₂ det motsvarar. Har till största delen tydliga beräkningar	Beräknar korrekt antal liter bensin per vecka och hur mycket CO ₂ det motsvarar. Har mycket tydliga beräkningar som är motiverade
Beräkning (mängd vatten/dag)	Beräknar utbytet av vatten delvis korrekt genom att visa förståelse för molförhållanden och sambandet mellan M, m och n	Beräknar utbytet av vatten korrekt genom att visa förståelse för molförhållanden och sambandet mellan m, M och n. Beräkningarna är tydliga/lätta att följa.	Beräknar utbytet av vatten korrekt genom att visa förståelse för molförhållanden och sambandet mellan m, M och n. Beräkningarna är tydliga, lätta att följa, motiverade och har rätt enheter och avrundning.
Miljöanalys	Kan delvis sätta frågeställningen i ett större perspektiv genom att föreslå t ex andra	Kan sätta frågeställningen i ett större perspektiv genom att föreslå t ex andra bränsleformer,	Kan obehindrat, nyanserat och på ett vetenskapligt sätt sätta in frågeställningen i ett

	bränsleformer och nämna växthuseffekten	deras utbyte, samt växthuseffekten	större perspektiv genom att föreslå t ex andra bränsleformer, deras utbyte, samt växthuseffekten. Kan även utföra beräkningar på en eventuell vinst/förlust i utbyte av energi genom att använda ett annat bränsle.
--	---	------------------------------------	---

Feedbackprotokoll:

Vi kan dela upp uppgiften i fyra delar;

1. Beräkna hur mycket koldioxid som Linn släpper ut i veckan
2. Beräkna hur mycket vatten som läpps ut per dag
3. Ge förslag på reducering av koldioxidutsläppet till 45 kg per dag
4. Analysera över alternativa energikällor och se på utsläppen ur ett miljöperspektiv

Utforma gärna återkopplingen som frågor;

För att inspireras eleverna att själva hitta lösningar på sina problem kan man med fördel utforma återkopplingen i form av frågor. Om eleven t ex beräknat felaktigt kan man fråga; "Vad innebär ordet *molförhållande*, och hur kan detta påverka dina beräkningar?" eller "Du fick fram att Linn släpper ut 24 kg koldioxid per dag – och i frågan ska du beräkna hur hon ska *minska* sina utsläpp till 45 kg per dag – vad kan ha gått fel?". Utöver dessa vägledande frågor (som alltså ska mana fram tänkande hos eleven och inte bara ska kunna besvaras med ja/nej) kan man bidra med utklippta, valda, delar av feedbackprotokollet nedan, som passar respektive elev. Om de önskade svaren redan är skrivna – reducerar användandet av feedbackprotokollet mängden skriven återkoppling för läraren – då man kan klippa och klistra det som är relevant för den enskilda eleven.

Delfråga 1:

Vi vet att Linn åker 4 mil/dag fram och tillbaka = 8 mil/dag

Hon åker 5 dagar i veckan = 8 x 5 = 40 mil/vecka

Motorcykeln drar 1,2 l/mil vilket motsvarar 1,2 x 40 mil = 48 l/vecka

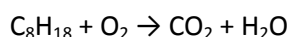
1 l bensin ger 2,28 kg koldioxid

Alltså släpper Linn ut 2,28 x 48 = **109,44 kg koldioxid i veckan**

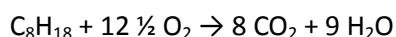
Delfråga 2:

Reaktionen som sker kallas "**förbränning**" och innebär en reaktion med syre. Vid förbränning av organiska molekyler så sker en reaktion med syre, så att koldioxid och vatten bildas.

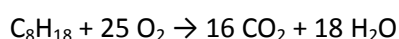
Bensin kan förenklas till den kemiska formeln C_8H_{18} vilket ger reaktionen:



Om vi stegvis balanserar formeln ser vi att:



Men formeln måste bestå av heltal vilket gör att vi fördubblar alla ämnen:



Nu är formeln klar! (Kolla gärna att det är lika många atomer på båda sidor!) Man kan ju även

balansera på andra sätt, till exempel genom att använda oxidationstalsmetoden.

Antalet mil som Linn kör per dag är 8 mil

Antalet liter bensin det motsvarar är $1,2 \times 8 = 9,6$ l/dag

Massan koldioxid som produceras per dag är $9,6 \times 2,28 = 21,890$ kg = 21 890 g

Stökiometriska beräkningar av hur mycket vatten så bildas per dag ger då att:

$$m(\text{CO}_2) = 21890 \text{ g}$$

$M(\text{CO}_2) = 12 + 16 \times 2 = 44$ g/mol (molmassor hämtar ni från det periodiska systemet)

$$n(\text{CO}_2) = m / M = 21890/44 = 497,5 \text{ mol}$$

Molförhållandet mellan koldioxid och vatten är (enligt den balanserade formeln ovan) 16:18, vilket ger:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 497,5/16 \times 18 = 559,69 \text{ mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1,01 \times 2 + 16 = 18,02 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \times M = 559,69 \times 18,02 = 10\,085,6 \text{ g} = \mathbf{10,085 \text{ kg}}$$

Den formel vi använt är alltså: $[m = n \times M]$

Delfråga 3:

Om Linn vill reducera sina koldioxidutsläpp från körningen till 45 kg/vecka innebär det en dryg halvering av hennes körning:

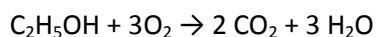
109,44 koldioxid kg per vecka producerade hon tidigare

$$109,44/45 = 2,4$$

Ett förslag kan vara att bara ta motorcykeln varannan dag och promenera, cykla eller åka kommunalt resterande dagar.

Hon kan också välja en motorcykel som kan utnyttja en annan energikälla, t ex etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) som genererar mindre koldioxid per liter.

Förbränningen av etanol visar:



Kolla gärna att det är lika många atomer på båda sidor! Man kan ju även balansera på andra sätt, till exempel genom att använda oxidationstalsmetoden

Delfråga 4:

Koldioxid räknas som en växthusgas och bidrar till att förstärka **växthuseffekten**. Detta innebär att medeltemperaturen på jorden höjs, vilket kan leda till smältning av stora ismassor i glaciärer, vilket kan ge stora översvämningar av vissa landområden, t ex i Nederländerna. Utöver det kan det ge extrema väderfenomen och svårigheter att odla grödor på grund av extrem torka i andra områden på jorden. Olika typer av bränslen påverkar vår miljö olika mycket, varav bensin och andra fossila bränslen är de bränslen som har mest negativ effekt på miljön.

Etanol kan nybildas snabbt då den framställs av växter. Växterna tar upp koldioxid från luften och använder i fotosyntesen, vilket gör att inget kortsiktigt nettoutsläpp av koldioxid uppstår. Man brukar kalla denna koldioxid "grön koldioxid" då den är en del av kolets kretslopp. Bensin, som görs av olja, tar däremot miljontals år att nybilda och ger därmed en nettotillförsel av koldioxid i atmosfären och ger då en förstärkt växthuseffekt.

Etanolproduktion är däremot inte helt miljövänlig, då man bland annat skövlar viktig mark eller använder åkerareal för att odla på, samt etanol behöver ofta transporteras långa avstånd innan vi kan

användas i Sverige.

Andra aspekter att diskutera kan vara elbilar/motorcyklar, kommunala transportmedel och biogas. Kopplingar kan även göras till "vattenbatteriet" som exempel på ny, och framtida, bränsle.

Fråga nummer 2:

Då eleverna erhållit matris samt feedback får de ca 20-40 minuter på sig att gå igenom återkopplingen inför ett uppföljande prov. Vid ett längre prov, med fler frågor, kan en hel lektion tas åt detta – för att eleverna noggrant ska hinna gå igenom lärarens återkoppling och hinna fråga om något är oklart, innan provdel 2 utförs. Det andra provet hjälper eleverna att utnyttja den feedback de fått och därmed förbättra sina resultat och öka sin förståelse (Nilsson, 2013). Om återkoppling inte får användas, i samma eller liknande övning, tittar inte eleverna på denna, hur mycket tid läraren än lagt ned på den (Jönsson, 2010).

"Albin och Olivia diskuterade hur de skulle kunna övertyga sina föräldrar att byta till en miljöklassad bil. De visste att deras föräldrar körde ca 4 mil om dagen och att deras bil drog 0,98 l per mil. Bilen kördes på bensin (som kan förenklas till den kemiska formeln C_8H_{18}). De visste att en etanolbil drog 1,55 l etanol (C_2H_5OH) per liter, och att denna kostade 18 kr per liter. Bensinen kostade däremot ca 16 kr per liter. Vad skiljer de olika reaktionerna åt och vad händer rent kemiskt med bränslena då de ger energi till bilen? Vad kan barnen göra för beräkningar för att få argument att övertyga föräldrarna? Finns det olika sätt att se på vinster och förluster? Finns det andra alternativ som skulle kunna vara bättre för familjen och för miljön?"

Läraren kan efter detta gå igenom elevernas svar för att se om återkopplingen hjälpte eleverna att prestera bättre i provdel 2. Om det inte var fallet är det viktigt att utreda varför – och hur detta kan åtgärdas till nästa provtillfälle. Kan det t ex bero på att återkopplingen var för omfattande, med svåra abstrakta begrepp, så eleverna inte förstod den, eller

Öppna laborationer = stimulerat lärande?

Många elever förstår inte vad experiment går ut på eller vilken betydelse de har, vilket upprepas i flera studier (Jönsson 2010, Isabella Giraoult et al. 2012). Detta gäller främst så kallade "receptlaborationer" där eleverna följer färdiga instruktioner och får ett väntat svar som inte kräver någon djupare analys. En studie visar att elever sällan blir ombedda att göra en fullständig analys från planeringsstadium till slut (Giraoult et al. 2012). Detta ger, eller förstärker, en mycket negativ bild av NV-ämnena bland elever, som inte relaterar till naturvetenskapens plats och betydelse i elevernas vardag eller vårt samhälle. Vissa forskare hävdar att ett helt problembaserat lärande, där eleven själv får planera, genomföra och analysera på egen hand, skulle kunna överkomma detta problem. Men detta kräver att det finns en väl genomtänkt plan som skriftligt förevisar eleverna hur experimentell design går till. Slutligen måste eleverna veta vad som bedöms (och hur och när). **Bedömningsaspekter för systematiska undersökningar skulle i korthet kunna vara; formulera frågeställningar, formulera hypoteser/syfte, planera en undersökning, genomföra en undersökning, samla in data, dokumentera, utvärdera undersökningen, diskutera och allmänt observera, namnge och sortera.**

Elever kan ibland ha svårt att se naturvetenskapen i naturen, i vår kropp och i vardagen runt om oss. Det finns därför ett behov att sätta in kemin i ett sammanhang och anknyta till elevernas erfarenheter och intressen. Ett sätt göra detta är att använda sig av **öppna laborationer** som, till mer eller mindre stor omfattning, kan utgå från **elevernas egna frågeställningar**. Det är dock viktigt att läraren 1) skapar en **tydlig struktur** för arbetet, 2) visar **eleveexempel** på olika betygsnivåer (olika nivåer av kvalitet), samt ger **kontinuerlig feedback**, även om eleverna själva ska få ta initiativ. Om arbetssättet är helt nytt, kan man inleda med halvöppna uppgifter – där t ex metoden är styrd men resultatet kan variera, alternativt att resultatet är givet men eleverna ska hitta vägen dit genom egen planering. Dessa öppna uppgifter kan, som sagt, skapas utifrån elevernas egna frågor eller från en av läraren föreslagen utgångspunkt. Utgå gärna från aktuella händelser (t ex larmrapporter eller medicinska tillbud), Youtube-klipp på spännande laborationer, TV-serier (Bones, CSI, Mythbusters, etc). Visa eleverna att **naturvetenskap KAN diskuteras** genom att arbeta med öppna frågor och öppna laborationer. Utgå som lärare ifrån att eleverna kan använda sig av sin upptäckarglädje för att få ett ökat intresse och lärande. Ett sätt att stimulera skapandet av egna frågeställningar är att ge eleverna **chans att ställa så många frågor som möjligt i undervisningssituationen**, vilket i sin tur kräver ett tryggt och öppet klassrumsklimat. Anders Jönsson och kollegor (2013) beskriver att det (oavsett ämne) är viktigt att eleverna faktiskt själva, i alla fall någon gång, genomför undersökningar som till största delen är öppna till sin karaktär.

En faktor i elevernas progression är att **själva kunna reflektera** över om frågeställningen och undersökningen är **möjliga att besvara och genomföra**. Huruvida frågeställningarna lämpar sig kan även lyftas upp och diskuteras på klassrumsnivå. Eleverna kan sedan försöka **formulera en hypotes** (om sådan är möjligt) utifrån de kunskaper de har. Även yngre barn kan sedan **planera** sitt försök – t ex vilka material och utrustning som ska användas och i vilken ordning försöken ska ske. "Observera, namnge och sortera" står med i kunskapskraven för åk 3 (www.skolverket.se). Progressionen går sedan genom de högre årskurserna mot att kunna **observera** mindre tydliga och uppenbara egenskaper, så som mönster och strukturer. En annan viktig aspekt är att kunna **identifiera relevanta skillnader och likheter**. Elever kan även tänka på hur många gånger försöket ska upprepas för att resultaten ska bli säkrare (**statistik**), samt vilka redskap/metoder som är bäst lämpade för laborationen. Även **riskbedömningar** kan göras självständigt av eleven, även om läraren självklart har ansvaret för att varje laboration genomförs på ett säkert sätt. Progressionen vad gäller planering gäller i vilken omfattning eleven kan planera självständigt, samt omvärdera och omforma laborationen om oväntade händelser/resultat uppstår. Genomförandets progression innefattar att man innan försöket sätter in sig i vad försöket går ut på, vad de olika stegen har för betydelse och vilka moment som är kritiska, samt hur man använder utrustningen ändamålsenligt. Eleven väntas också kunna föra anteckningar (**dokumentation**). Progressionen handlar i detta fall om huruvida anteckningarna går mot att bli mer systematiska och genomtänkta. För att förbereda eleverna kan man redan i tidiga år använda riktiga instrument och utrustning, för att göra eleverna mer bekanta med dessa och kan lära sig deras korrekta namn. I tidigare årskurser kan bedömningen omfatta huruvida barnen kan följa instruktioner, göra enkla planeringar och om de kan använda utrustningen (Jönsson et al 2013, Nilsson 2010).

Många upplever att det är svårt att bedöma enskilda elever, då många elever laborerar samtidigt. Ett sätt att hantera detta är att **fokusera på en elev eller en grupp i taget** (Jönsson et al. 2013, Nilsson 2011). Läraren kan då följa ett på **förhand färdigställt dokument** (t ex en checklista) där det tydligt

framgår vad som ska bedömas, samt på vilka nivåer kvaliteten kan variera (t ex A – F, bra-bättre-bäst, etc). Eleverna måste ha informerats om dessa bedömningsaspekter, samt ha fått se exempel på vad som skiljer olika kvalitativa nivåer åt (hur genomför man en laboration på en A-nivå?). Ett annat alternativ är att låta eleverna själva **dokumentera sina försök genom att filma**, t ex med sina mobilkameror. Detta ger flera fördelar både vid återkoppling och bedömning, då både lärare och elev kan gå tillbaka och studera laborationen. Det finns många gratis appar och program för att genomföra filmningarna på bästa sätt, t ex Imovie, GameUrVideo, Kinemaster eller VidTrim. Andra metoder för att synliggöra laborationer kan vara att eleverna gör en "testlaboration" själva som de får feedback på av läraren, för att sedan efter feedback, göra en slutgiltig **laboration framför klassen** och läraren, som därvid kan bedömas. Det sistnämnda alternativet understöder progressionen i lärandet, då eleven får använda återkopplingen för att förbättra sitt framtida arbete. Självklart kan detta också göras oavsett hur laborationen har bedömts!

Sammanfattningsvis kan man konstatera att progressionen i att utföra systematiska undersökningar ligger i hur självständigt eleven kan genomföra undersökningen, hur säkert och ändamålsenligt utrustningen/kemikalierna används, samt i hur väl eleven dokumenterar sin undersökning. Nästa steg att tolka sina resultat och jämföra dessa med hypotesen. **Går inte resultaten att tolka mot hypotesen – kan den alltid tolkas mot naturvetenskapliga teorier**. Man kan poängtera att resultat dock sällan är otvetydiga, och att undersökningar alltid påverkas av under vilka förhållanden de genomförts. T ex kan rumstemperatur, renhet på utrustningen, hur väl apparatur kalibrerats eller noggrannhet, vid t ex vägning, ha stor effekt på resultaten. Ibland kan det bero på hur noga eleverna designat sin undersökning. Otydliga eller "felaktiga" resultat kan skapa en diskussion om varför olika forskargrupper ibland får olika resultat, möjliga felkällor, samt att naturvetenskapen inte är statisk utan alltid utvecklas, t ex på grund av metodutveckling. Uppmuntra eleverna att försöka finna **mönster i sina data**, samt fundera över om det finns **flera sätt att tolka** resultaten. Progressionen ligger i förmågan att självständigt kunna tolka resultaten mot hypotes och naturvetenskapliga teorier, samt att se och förklara eventuella avvikelser. Även **dokumentationen** ska sträva mot att bli mer självständig och vetenskaplig, så att eleverna går mot att använda ett mer naturvetenskapligt språk och fler modeller, samt att kunna **anpassa sig efter målgruppen**. Poängtera att dokumentationen ska vara så noggrann att någon annan (elev) ska kunna använda anteckningarna för att göra samma laboration.

Nästa steg i systematiska undersökningar är att **utvärdera** undersökningen och **identifiera tänkbara felkällor**, samt **förslå möjliga förbättringar**. Detta kan vara att omforma undersökningen för att den ska bli mer noggrann, att använda säkrare mätinstrument, eller att endast undersöka en variabel i taget. Redan innan den öppna laborationen genomförs kan man förbereda eleverna genom att diskutera huruvida laborativa resultat är rimliga och vad de kan påverkas av (utgå t ex från olika filmade elevlaborationer, eller laborationer hämtade från Youtube, som uppvisar olika kvalitet). Eleverna kan även utvärdera varandras undersökningar efter att de t ex presenterat/demonstrerat undersökningar muntligt för varandra (Jönsson et al. 2013).

Hur bedöms praktisk förmåga?

Inquire-based learning (IBL) har diskuterats tidigare i denna text och trenderna i Europa pekar mot att ha en utökad kontextbaserad undervisning, kopplat till ett verklighetsnära innehåll – med fokus på det laborativa. För att kunna bedöma elever som jobbar enligt detta arbetssätt har ett projekt, SAILS (= strategies for assessment of inquiry-based learning in Science), utvecklats (Finlayson et al. 2014). Det visade sig t ex att elever som självvärderar sina förmågor i kemi (även laborativa) klarar sig bättre än dem som inte gör det (Kallweit och Melle, 2014). Kvaliteten blev högre och eleverna hade en mer positiv attityd till ämnet. Men det kan vara svårt att utvärdera konceptuella, så väl som laborativa kunskaper (Holme och Luxford, 2014). För att göra detta arbetssätt så effektivt som möjligt, och samtidigt ge stort utbyte för elevernas lärande, borde man (t ex på läroboksnivå) involvera så väl ämnesforskare, som pedagogiska forskare och lärare. Ett **kollegialt lärande** är också att rekommendera för att **definiera kvalitet** och hitta/skapa **exempel** att visa eleverna inför deras arbete. För många lärare har bedömning av laborationer länge motsvarat att bedöma en laborationsrapport, efter laborationen, vilket i själva verket inte alls visar praktisk förmåga.

Vi kan dock inte komma ifrån att naturvetenskapliga ämnen till stor del är **praktiska ämnen**, där laborationer och försök används för att testa "gamla" teorier, så väl som att komma fram till nya. Det är dessutom tydligt i respektive NV-ämnes ämnesplaner att de praktiska, laborativa förmågorna **ska bedömas**. **Bedömning av praktisk förmåga kan rimligen endast ske när eleven genomför laborationen**. En laborationsrapport som skrivs i efterhand behöver inte betyda att eleven förstod och reflekterade över vad som skedde under pågående laboration. Det kan förekomma att en elev har ett väl genomtänkt och reflekterande arbetssätt under laborationen – men som inte skriftligt kan beskriva detta. Om endast laborationsrapporten bedöms så kan läraren missa kunskap som eleven egentligen har uppvisat praktiskt.

Det är också viktigt att fundera över respektive laborations betydelse. En "**receptlaboration**", där metod, kemikalier och resultat är tydligt definierade, kan ha en funktion i undervisningen att låta eleverna att **öva** laborationsteknik, hitta på laboratoriet, tydliggöra ett begrepp eller för att öva säkerhetstekniker. Men det är bra att ha i åtanke att dessa typer av laborationer ofta inte ger eleverna chans att nå de högre betygsnivåerna och djupare reflektion. Enligt den internationella undersökningen ROSE har elevers intresse för de naturvetenskapliga ämnena sjunkit i hela Europa. En förklaring tros vara överanvändningen av receptlaborationer (Jidesjö, 2012). Elever som endast möter dessa typer av laborationer kan ofta inte tolka laborationen om den presenteras i ett annat sammanhang, t ex vid ett prov. Att varva receptlaborationer med öppna laborationer bör därför vara målet för att öka lärandet och förståelsen hos eleverna (Jönsson, 2012).

Nedan ser ni några aspekter som kan ligga till grund för bedömning av en öppen, elevplanerad laboration:



Dessa innebär:

1. Frågeställning och genomförbarhet

Eleven ska kunna formulera en frågeställning (t ex inom ett av läraren valt ämnesområde) som är *möjlig att genomföra* med den utrustning och de kemikalier som finns vid skolan. Detta innebär en kunskap om det aktuella ämnesområdet, med avseende på begrepp, metoder, relevans och säkerhet. En frågeställning i detta sammanhang framställs därför med ett kort abstract som kortfattat beskriver vad man vet om ämnesområdet, vilka metoder som kommer att användas, samt eventuellt en hypotes om förväntade resultat.

2. Planering med hänsyn till yttre förhållanden

Planeringen kan vara i form av ett flödesschema som *stegvis* beskriver laborationens olika moment. Här ska det tydligt framgå vilka *metoder/material* som ska användas (dessa val kan behöva motiveras), vilka *kemikalier* och hur mycket av dessa som ska användas, hur många gånger försöket ska upprepas (för statistisk säkerhet), om kontrolltest kommer att göras, hur dokumentation kommer att ske, vilka steg i laborationen som tros vara mest *kritiska* (där eleverna behöver vara mest noggranna med avseende på t ex dokumentation eller säkerhet), samt hur presentation av laborationen kommer ske (t ex via en rapport, film, demonstration, etc). Läraren bestämmer om alla dessa punkter ska vara med – eller om en specifik laboration endast fokuserar på en speciell aspekt.

3. Säkerhetstänkande

Elever på gymnasiet kan förväntas själva söka information rörande den säkerhet som gäller för respektive kemikalie som kan komma användas i deras egen laboration,

samt för de reaktioner som förväntas ske. Denna information kan de finna t ex på VWR:s hemsida (<https://se.vwr.com/>) där eleven klickar på fliken "Säkerhetsdatablad", skriver in ämnet, t ex natriumklorid, i sökrutan. Då kommer all säkerhetsinformation om ämnet fram, t ex "åtgärder vid första hjälpen" eller hantering och lagring.

Eleverna bör sedan iaktta de försiktighetsåtgärder som rekommenderas, samt de allmänna riktlinjer som de gått igenom med läraren (t ex använd skyddsrock, skyddsglasögon, handskar, samt vetskap om var nöd- och ögondusch, samt brandfilt finns placerade).

Det är viktigt att eleven förstår vikten av att iaktta dessa åtgärder **FÖRE, UNDER och EFTER** laborationen, t ex då glasvaror diskas, eller att man inte kan hålla ut alla kemikalier i avloppet. Eleven ska även tänka på och ta hänsyn till alla gruppmedlemmar (hela klassen) och skapa en så trygg klassrumsmiljö som möjligt.

Läraren har dock alltid det slutgiltiga och totala ansvaret för säkerheten vid varje laboration!

4. Dokumentation

Betona vikten av att dokumentera fortgående *under hela laborationen*. Ofta vet man inte förrän efteråt när det var viktigast att dokumentera. Dokumentationen kan ske på många olika sätt, t ex via filmning, fylla i en tidtabell, ta kort på förändringar, fylla i en tabell med mätvärden eller rita av. Det är även av vikt att dokumentera tankar, *reflektioner och observationer* då dessa anteckningar kan vara till stor hjälp då resultaten eller laborationen tolkas. Speciellt viktigt är det om något har ändrats från den ursprungliga planeringen (t ex beroende på oväntade händelser/resultat). Eleven bör kortfattat motivera dessa nya val redan i dokumentationen under laborationen så blir det lättare att förklara i en eventuell rapport/presentation.

Som alternativ till den klassiska laborationsrapporten kan man använda en "*laborationsbok*" som följer eleven under hela kursen (eller gymnasietiden). Där skriver eleven ned så väl recept- som öppna laborationer, med resultat, observationer och analys – med egna ord – och eventuellt med en lösare struktur än en klassisk laborationsrapport. Denna kan bedömas och, alternativt endast, ges återkoppling på så att eleven kan följa sin progression i det praktiska arbetet i ett sammanhållet dokument.

5. Kommunikation

Det är viktigt att alla elever är delaktiga och får utvecklas i varje laboration. Därav måste alla personer i en laborationsgrupp vara inblandade i, och ha förståelse för, varje steg i ett experiment. Ett sätt att aktivera alla är att ha moment under laborationen då läraren ber en elev i varje grupp att gå över till granngruppen och berätta vad de gör i den egna gruppen, samt svara på den andra gruppens eventuella frågor. Vem som får gå till en annan grupp kan varieras under eller mellan laborationerna. Ett annat sätt är att som lärare gå runt och fråga varje elev (om det är

tidsmässigt och/eller organisatoriskt möjligt) några frågor (dessa kan för lärarens enkelhet och för jämförbarhet mellan eleverna vara förutbestämda – t ex i en checklista). Dessa elevsvar kan sedan ligga till grund för den återkoppling varje elev/grupp får av läraren för att kunna utveckla sin laboration.

6. Flexibilitet och kontinuerligt resonemang

Att kunna arbeta naturvetenskapligt med en öppen laboration på en utvecklat och nyanserat sätt kräver en laborativ "flexibilitet". Detta innebär att kontinuerligt kunna *utvärdera och analysera* vad som händer i laborationen, att kunna se och ta itu med oväntade resultat/händelser, samt att kunna utveckla laborationen beroende på omständigheter. Ju mer självständigt och resultatförankrad denna utvärdering och utveckling är desto högre kvalitet uppnår eleven. I praktiken kan det vara att kunna byta ut utrustning mot en likvärdig (om t ex den första går sönder/slutar fungera), att identifiera och åtgärda felkällor *medan* man laborerar eller att kunna ersätta en kemikalie med en annan. Det kan även innebära att se till att involvera och aktivera alla i gruppen. Med andra ord – det innebär att eleven självständigt tar ansvar för den egna laborationen och strävar mot att besvara sin frågeställning. Detta kan ske med hjälp av yttre kunskapskällor, t ex läroboken, dator/mobil/surfplatta eller genom att söka litteratur tillgänglig i laborationsituationen.

7. Tolkning och analys

Detta moment är det som klassiskt bedömts vad gäller laborationer. I en klassisk receptlaboration är det endast i detta steg som eventuella variationer i kvalitet har kunnat utrönas, vilket i sin tur kunnat påverka elevens betyg. I en öppen laboration är dock denna analys ofta mer öppen då det (ofta) *inte finns endast ett rätt svar*. Analysmöjligheterna är därför större och tolkningen kan behöva byggas på en större mängd teorier och fakta. Kanske måste eleven hitta information om själva metoden på ett ställe, och om vilka teorier frågeställningen som sådan bygger på ett helt annat ställe. Liksom anges i punkten nedan är det viktigt att eleverna har gjort en källkritisk analys – kanske speciellt då de valt en analysmetod över en annan. Dessa analyser kan också behöva sträcka sig över flera kursmoment och är inte, så som ofta i en receptlaboration, begränsad till att förklara eller belysa ett ensamt fenomen eller begrepp.

8. Bygga på teorier som källkritiskt granskats

Liksom beskrivet i punkt 7 är det kanske extra viktigt att kunna ange källor, samt kunna bestämma *relevans* av de valda källorna. Källkritiken i sig blir en del i förklaringen av resultatet och besvarandet av frågeställningen. Det viktigaste är inte (även om läraren självklart kan lägga fokus på det) hur källor anges, då olika citationssystem finns i olika vetenskapliga tidskrifter, utan att eleverna *värderar källorna* och inser att olika källor kan ha olika vikt då de används.

Modern teknik som gör att elever kan filma t ex sina laborationer, underlättar bedömning och minskar behovet av ansikte-mot-ansikte tid med varje laborationsgrupp (Read, 2014). Det har visat

sig att elever som arbetar med öppna uppgifter på detta sätt, med progressionstänkande i de laborativa förmågorna, har lättare att värdera sina egna prestationer och lättare kan tänka ut nästa steg *även* vid andra arbetssätt. *OCH*- när elever väl börjat jobba på detta sätt, med öppna frågor och ett undersökande arbetssätt, efterfrågas det ofta i fler skolämnen och situationer.

Bedömningsverktyg för praktiskt arbete

En matris kan användas för att förtydliga för eleverna vad som kommer att ligga till grund för bedömning av deras kunskaper och förmågor. Nedan finner ni en matris för bedömning av praktiska förmågor/kunskaper baserat på Skolverkets kriterier för kursen **Kemi 1** på gymnasiet. Motsvarande matriser för andra NV-ämnen finns att hitta på Skolverkets hemsida (under fliken bedömning). Det är viktigt att komma ihåg att det *inte* är en ökning av kvantitet till höger i matrisen – utan endast en förbättring av kvalitet.

	E	C	A
Begreppsförståelse kopplat till den teori som försöket baseras på	<p>Eleven redogör översiktligt för innebörden av begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden.</p> <p>Eleven använder dessa med viss säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och exemplifiera kemiska förlopp och företeelser.</p>	<p>Eleven redogör utförligt för innebörden av begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden.</p> <p>Eleven använder dessa med viss säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och exemplifiera kemiska förlopp och företeelser.</p>	<p>Eleven redogör utförligt och nyanserat för innebörden av begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden.</p> <p>Eleven använder dessa med säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och generalisera kring kemiska förlopp och företeelser.</p>
Planering med frågeställning (med fokus på genomförbarhet och kontinuerligt resonemang)	Har viss planering där metoderna är relevanta för uppgiften och viss hänsyn tas till tids- och säkerhetsaspekt.	Planerar noggrant och motiverar väl varför experimenten utförs i en viss ordning. Planerar för eventuella misstag/olyckor och har alternativa planer ifall ämnena ej identifieras eller kan kvantifieras enligt ursprungsplanen.	Uppfyller tidigare kriterier, samt tar hänsyn till tid och säkerhet och fördelar uppgifterna mellan gruppens medlemmar på ett övervägt sätt.
Val av metod (med hänsyn till yttre förhållanden)	Metoderna är till största del relevanta. Vissa ledtrådar och stöd från läraren krävs - men dessa kombineras med egna initiativ. Kan i korthet motivera varför en viss metod använts.	Klarar att välja relevant metod utan (eller med begränsad mängd) ledtrådar och stöd. Kan motivera sitt val av metod och kan till viss del ge alternativa metodförslag.	Väljer självständigt metod - eller behöver endast några få ledtrådar - och reflekterar/analyserar över dessa på ett korrekt sätt. Kan ompröva sina val under undersökningens gång och kan värdera vikten av olika undersökningar, dvs gör endast relevanta

			försök.
Dokumentation	Har anteckningar som tydligt visar en struktur där varje försök är tydligt separerat och motiverat med en förklarande text. Tydliggör sina resultat och observationer. Har viss analys.	Tydligt strukturerande text där varje försök tydligt kan urskiljas. Varje försök har motiverats och följs av en genomtänkt analys. Tydliggör sina resultat på ett genomtänkt sätt, samt analyserar dessa kortfattat. Tar hänsyn till felkällor och oväntade resultat	En mycket strukturerad och väl genomtänkt text där varje försök kan urskiljas. Varje del har en mycket tydlig metodbeskrivning, där valet av metod motiveras. Resultaten presenteras tydligt och kan förklaras vid behov. Hänsyn tas till felkällor och säkerhetsaspekten och reflektioner/analys under laborationen är noggrant dokumenterat
Laborationsteknik med fokus på säkerhet	Visar kunskap om utrustning, metoder och hantering av kemikalier.	Har stor säkerhet i hantering av kemikalier och utrustning. Kan hantera oförutsedda situationer och resultat.	Har mycket stor säkerhet i hantering av kemikalier och utrustning. Kan hantera oförutsedda situationer och resultat och kan hantera andra kurskamrater vid behov.
Tolkning och analys	Har en viss analys över resultaten och har en reflektion över varför viss metod valdes	Uppvisar en korrekt analys över resultaten, deras trovärdighet och val av metod. Vissa referenser till boken eller andra källor finns.	En korrekt analys över resultaten, deras trovärdighet och val av metod finns. Analysen hänvisar till referenser i boken - och eller andra teorier/fakta. Alternativa metoder (även sådana som inte utfördes) föreslås och förslag görs för framtida försök.

Checklista för praktiskt arbete

Med hjälp av checklistan nedan kan elever utvärdera sitt praktiska arbete genom att ta ställning till olika påståenden. Denna lista är inte kopplad till betyg, utan hjälper eleven att ringa in vad som kan utvecklas och vilka starka sidor hen redan besitter. Om eleven svarar "nej" på ett påstående så ska hen besvara en följdfråga om huruvida hen vet hur denna information ska återfinnas. Detta betonar elevens eget ansvar för att finna kunskap – men fungerar också som feedback till läraren på undervisningen. Ett nej, även i denna kolumn, visar att detta område måste förklaras tydligare av läraren.

Påstående:	Ja/nej:	Om "nej" – jag vet hur jag ska ta reda på det
Jag har en frågeställning som är möjlig att besvara med den utrustning och de kemikalier som finns på skolan		
Jag har hittat den bakgrundsteori och kunskap som behövs för att förstå och planera laborationen		

Jag har källkritiskt granskat de referenser jag använder mig av (webbsidor, litteratur, artiklar)		
Jag vet vilken utrustning som ska användas är säker på hur den fungerar		
Jag har kontrollerat de kemikalier och det biologiska material jag ska använda mig av och kan hantera de med avseende på deras egenskaper (giftighet, flyktighet, pris, tillgänglighet)		
Jag har gjort ett flödesschema för alla steg – och denna har godkänts av min lärare		
Jag har tagit hänsyn till säkerheten (t ex kontrollerat säkerhetsdatablad, använder korrekt skyddsutrustning, etc)		
Jag har tagit hänsyn till alla gruppledmedlemmar så att alla är med och förstår varje moment av laborationen		
Jag har en reservplan om den första inte fungerar		
Jag har tillsammans med gruppen en plan för hur resultaten ska dokumenteras (fota med mobilen, ta tid som anges i tabell, etc)		
Jag vet hur avfallet säkert/korrekt ska tas om hand		
Jag har funderat hur planeringen, metoden, resultatet och analysen ska presenteras för lärare/klasskompisar		

Hur kan exempel på praktisk förmåga ges?

Elever behöver få en förståelse över vad som förväntas av dem och vad de olika kunskapskraven innebär. Detta blir extra viktigt om eleverna är "studiesvaga" eller inte ännu utvecklat en fungerande studieteknik. Som lärare kan man arbeta dels med konkreta, reella **eleve exempel** från tidigare kurser, eller andra klasser, för att visa hur svar på olika nivåer kan se ut. Utöver att visa nivåskillnader, så visar exemplen att **arbeten på samma betygsnivå (t ex ett C) kan se väldigt olika ut**, vilket många elever inte reflekterat över. Om man som lärare inte har givna, färdiga eleve exempel så kan man (som tidigare nämnts) konstruera egna typexempel/standards och diskutera dessa med eleverna. Det finns även digitala forum för lärare där eleve exempel kan diskuteras, så som "www.eleve exempel.se".

Ett annat alternativ är att gå igenom och rätta en **eleve film från en tidigare laboration** framför klassen (använd gärna filmer från andra skolor/klasser/årskurser), så att de i realtid kan fråga hur läraren tänker och när något är otydligt. Alternativt kan läraren gå igenom eller **göra en laborationsplanering** i realtid framför klassen, vilket är en bra övning inför en egenplanerad, öppen laboration, där eleverna kan fråga allteftersom. Andra exempel på praktiska exempel/standards av laborativa uppgifter kan vara **lärardemonstrationer** (gärna inspelade laborationsfilmer som läraren själv gjort, så att eleven kan gå tillbaka och fråga) där läraren uppvisar olika sätt att arbeta experimentellt, hur olika val kan göras i en laborativ situation, samt vad dessa baseras på. Praktiska, så väl som på

muntliga prestationer/förmågor kan man även hitta exempel på **Youtube**, där man t ex kan använda olika tal/föreläsningar av politiker, forskare eller laborationsdemonstrationer, som positiva så väl som negativa exempel.

Alltså, för att ge stöd vid ett formativt arbetssätt så bör information om mål, syfte och bedömning varvas med exempel på hur arbetsuppgifter kan se ut på olika betygsnivåer och med olika kvalitet. Nedan sammanfattas några metoder för att visa praktiska exempel:

Demonstrationslaboration
- gör eller filma en laboration som du som lärare genomför och diskutera med eleverna

Utforma en planering med testförsök och säkerhetsanalys **framför eleverna** och förklara de olika stegen du väljer

Låt äldre elever **genomföra laborationer framför yngre** (som du som lärare sedan kan ge feedback på)

Youtube innehåller ett "oändligt" antal filmer som visar både väl genomförda och mindre väl genomtänkta laborationer - bedöm och förklara

Låt eleverna testa olika **laborativa metoder** att visa varandra och sedan diskutera för- och nackdelar tillsammans genom kamratbedömning

Bedömningsstöd = "Vad jag kommer att titta på och bedöma vid din laboration"

Verktyget som beskrivs nedan, är utformat för en öppen, elevplanerad laboration, och kan kombineras med t ex en matris för att göra det tydligt för eleven vad som kommer att bedömas, samt vad som är viktigt för att planera, genomföra och tolka en egen laboration. Under laborationen ger läraren feedback genom att fylla i detta formulär – och tid avsetts sedan för att eleven ska kunna revidera sitt arbete. Det viktigaste att lyfta fram är att denna, och liknande verktyg, får in tankar om bedömning, syfte och mål redan vid starten på kursmomentet och **hjälp eleverna att planera och styra sitt lärande.**

Instruktioner till eleverna:

"Jag kommer att titta på de olika aspekterna som du ser nedan, medan du planerar din laboration, medan du laborerar och medan du reflekterar över dina resultat och observationer. Varje punkt kan ge ett omdöme från 1-10, där 1 betyder att du uppfyller baskraven på denna förmåga (till läraren; dessa måste självklart definieras först, t ex att eleven följer mallen för planering av en laboration, använder till viss del naturvetenskapliga begrepp, etc) och 10 att du har uppfyllt alla krav och utvecklat ditt tänkande och reflektionen rörande förmågan. Vid varje punkt kan du även se tips (återkoppling) för att utveckla din förmåga att utföra praktiskt arbete."

Olika aspekter av laborationen:	Omdöme (1 -10):	Tips:
Planering av tid (t ex genom att använda ett flödesschema)		
Planering av säkerhet (under alla steg i laborationen)		
Säkerhetstänkande under laborationen (t ex användning av rätt skyddsutrustning, dragskåp, etc)		
Säkerhetstänkande efter avslutad laboration (t ex avfallshantering och vid diskning)		
Val av utrustning och kemikalier (t ex använda rätt typ av utrustning för mätning av vikt/volym)		
Hantering av utrustning – korrekt, säkert och effektivt		
Hantering av kemikalier – korrekt, säkert och effektivt		
Samarbete i gruppen (alla i gruppen ska vara delaktiga och kunna förklara alla delar av laborationen)		
Förmåga att tänka om och revidera ursprungsplanen vid behov		
Förmåga att kommunicera vad som sker under pågående laboration (om lärare eller klasskamrat frågar något)		
Dokumentation av tillvägagångssätt, resultat och eventuella ändringar av ursprungsplanen		
Reflektion över vad som var svårast/lättast under laborationen och över hur denna skulle kunna		

utvecklas för att generera säkrare svar		
---	--	--

Kamratbedömning

Huvudsyftet med kamratbedömning är att eleverna ska **lära sig förstå kvalitet** i respektive uppgift i förhållande till mål och kriterier. Detta arbetssätt visar även, på ett naturligt sätt, hur elever på olika sätt kan lösa samma uppgift (t ex att en A-uppgift kan se väldigt olika ut). Genom att använda kamratbedömning kan man *delvis* ersätta lärarens återkoppling och minska arbetsbördan för denna. Elever kan även ibland föredra kamraters återkoppling då de talar "samma språk". Eleverna kan genom denna metod även ges chans att revidera sin uppgift, innan denna lämnas in till läraren.

Kamratbedömning kan vara ett steg mot att kunna göra självvärderingar. Men det är inte alltid självklart att eleverna vet hur man ska göra. Liksom med allt annat i undervisningen måste det ges utrymme för eleverna att **öva att bedöma en kamrat**. Eleven kan initialt öva bedömning genom en "**sorteringsuppgift**" då de jämför olika exempelsvar mot kunskapskrav och mål, varefter de fördelar dessa elevsvar mot det betyg de tycker att de uppnår. Dessa reflektioner kan sedan lyftas för att diskuteras i helklass. Om man slår ihop flera elevers kamratbedömningar så liknar dessa ofta bedömning som läraren gjort (Jönsson 2013), vilket visar att elever ofta har en ganska god bild av vad som bedöms. Kamratbedömning kan generera en **diskussion uppstå rörande olika kvaliteter och förmågor**. Detta kan underlätta för eleven att så småningom styra sitt eget lärande och ge ett progressionstänkande och helhetsperspektiv på undervisningen.

Senare studier **problematiserar dock kamratbedömning**, då det ibland kan leda till felaktiga instruktioner och återkopplingar (William 2012, Hattie 2012 och Brockhart 2012). Eleverna må ha samma språk – men de saknar kanske det helhetsperspektiv som krävs för att ge feedback som leder framåt. Det är därför viktigt att som lärare behålla kontrollen och överblicken över feedbacken i en kamratbedömningssituation, så att eleverna vägleds att ge konstruktiv feedback. Lärarens uppgift blir att se till att eleverna kontinuerligt får "feedback på feedbacken" så att de utvecklar sitt sätt att uttrycka sig.

En givande inledande övning, för att få in eleverna i tänkande runt konstruktiv kritik, är genom att **förevisa hur du själv bedömer** inför eleverna. Du kan utgå från ett elevarbete från en tidigare elev eller ett arbete du själv gjort, som du visar för eleverna via datorn/smartboard. Genom att framför klassen rätta och ge feedback på denna uppgift, samtidigt som du förklarar hur du tänker, ges eleverna en naturlig introduktion i hur ett konstruktivt tänkande kan utformas och se ut. De får tillgång till språket runt bedömning och de får fråga om de inte förstått hur du bedömt.

Stöd för kamratbedömning av en öppen laboration

Nedan finner ni ett exempel på hur ett handledningsmaterial för kamratbedömning av en öppen laboration kan se ut. I andra delar av texten diskuteras konstruktion av öppna laborationer, samt vad man som lärare bör tänka på. Titta gärna även på de sidorna för att få en helhetsbild av vad som

definierar och krävs för ”öppna laborationer”. För att fördjupa sitt lärande och sin förmåga att förstå och utveckla ett naturvetenskapligt tänkande är det viktigt att inse att **öppna laborationer ofta kan planeras och utföras på olika sätt**. Ett sätt att nå till den insikten kan vara att arbeta med kamratbedömning.

Instruktioner till eleverna:

”Fyll i formuläret nedan efter att ni har tittat på en annan elevgrupps genomförande av en laboration. Formulera vid varje punkt **två saker** ni tyckte var bra och **en sak** som du kan tipsa gruppen om att utveckla till nästa laboration (D. Wiliam). Sammanfatta slutligen de viktigaste tre sakerna ni lärde er av att se demonstrationen. Glöm inte att i översta rutan skriva ditt och gruppens namn!”

Information:	
Mitt namn	
Gruppens namn (eller deltagande klasskamraters namn)	

	Detta var bra:	Detta var också bra:	Detta kan ni utveckla till nästa gång:
Förklaring av bakgrunden till laborationen			
Förklaring av syfte, hypotes eller frågeställning			
Användandet av korrekta naturvetenskapliga begrepp i rätt situation			
Förklaring av metod			
Risikanalys			
Tydligheten vid genomförandet av laborationen			
Fördelning av arbetsuppgifter i gruppen			

Uppvisandet av resultatet			
Tolkning av resultaten			
Förklaring av eventuella felkällor eller ändrad metod under pågående laboration			
Förslag på uppföljande laborationer eller eventuella utvecklingsmöjligheter			

(Fortsatta instruktioner till eleverna) ”I nästa ruta sammanfattar du **de tre viktigaste sakerna ni lärde er av att se laborationen och lyssna på era klasskamraters genomgångar**. Tänk på att vara tydlig då era anteckningar i denna ruta hjälper läraren att anpassa undervisningen, stöttar era klasskompisars utveckling, samt kan fungera som grund för framtida kunskapstest (t ex läxförhör eller prov). Lämna in detta formulär till er lärare så kopierar hon/han det och ger det vidare till gruppens medlemmar”.

Jag tar med mig följande kunskaper från denna demonstrationslaboration:

- 1.
- 2.
- 3.

Självvärdering och reflektion över lärande

Återkoppling kan ge hjälp till ett ökat lärande – men detta innebär inte automatiskt att eleven lär sig att se kvaliteter i sina egna prestationer, utan hen kan bli ”beroende” av lärarens feedback. För att den positiva effekten av återkopplingen ska bli bestående **måste eleven alltså lära sig att bedöma sig själva**. Eleven bör, för att inte alltid vänta på lärarens kommentarer, istället fokusera på hur hen kan bli bättre att ta **ansvar för sitt eget lärande och identifiera sina styrkor och utvecklingsbehov**. Eleverna kan initialt ”öva” bedömning genom kamratbedömning, eller genom att bedöma något ”färdigt” svar (skrivet och bedömt av läraren/lärargruppen). Ett annat sätt att arbeta med självvärdering är att låta eleverna jämföra sina egna svar med så kallade ”modellsvar” (exempel på olika lösningar av det aktuella problemet) och identifiera likheter och olikheter. Dessa modellsvar kan kopplas till nivåerna i en bedömningsmatris. ”Scripts” är ett annat verktyg som består av en samling frågor som kan hjälpa eleverna att strukturera och genomföra komplexa uppgifter (Jönsson 2013).

Nedan ser ni hur en självvärdering, t ex efter ett verklighetsnära och öppet kemiprojekt, kan se ut. Eleverna kan reflektera och besvara dessa påståenden individuellt eller i grupp. Verktøget syftar till att stimulera metakognitivt tänkande över det egna lärandet.

Tankefrågor:	Egen reflektion:
Vad lyckades du bäst med under projektet? (tänk t ex på metod, frågeställning, dokumentation, etc)	
Hur fungerade det att arbeta med ordlista? (se under Språkutveckling)	
Hur fungerade det att arbeta med loggbok? (se under språkutveckling)	
Vad var lättast/svårast under planeringen? Motivera ditt svar (varför)	
Vad var lättast/svårast vid genomförandet av laborationen? Motivera ditt svar (varför)	
I vilka sammanhang tror du att det är viktigt att kunna de begrepp och metoder du använde under projektet?	
Vad tar du med dig till nästa projekt? (nya frågor och tankar eller en studieteknik som fungerade bra)	
Vad skulle du vilja ha hjälp av läraren att utveckla?	

Stöd för självvärdering: "Min laboration"

Nedan finner ni "tankefrågor" som eleven kan reflektera över (före, under och efter) den egna, öppna laborationen. Detta verktyg ger stöd för att kunna reflektera över en öppen laborations olika steg för att kunna skapa ett flödesschema, vilka steg som är kritiska, samt hur målet kan uppnås (som eventuellt kan vara att planera en ny, kompletterande, mer utvecklad laboration).

Frågor:	Mina tankar och svar:
Varför har jag valt att göra den här laborationen?	
Vad behöver jag kunna för begrepp för att planera och genomföra laborationen?	
Vad behöver jag för utrustning för att genomföra laborationen?	
Hur kan jag lära mig hur utrustningen fungerar?	
Vad behöver jag använda för kemikalier under	

laborationen?	
Vilka säkerhetsaspekter måste jag tänka på för att säkert kunna använda dessa kemikalier och denna utrustning?	
Vad förväntar jag mig för resultat?	
Varför förväntar jag mig detta resultat?	
Vilka steg i laborationen tror jag är mest känsliga och hur kan jag genomföra dessa steg på bästa sätt?	
Hur ska jag observera och dokumentera mina resultat och reflektioner?	
Vad kan jag behöva för källor för att tolka mina resultat (t ex läroboken, Internetsidor, artiklar, etc)	
Kan jag komma på uppföljande laborationer och utvecklingsmöjligheter som skulle vara intressanta att göra om det fanns tid och möjlighet?	

Sambedömning och utvärdering

När man har genomfört ett undervisningsmoment måste läraren stanna till och utvärdera vad som gått bra och vad som blev mindre bra. Ett sätt att utvärdera undervisningen är att utgå från **eleveresultat** för att utveckla och förbättra undervisningen. Har eleverna lärt sig det de skulle lära sig? Varför presterar eleverna olika? Kan resultaten bero på att språket är för svårt eller att uppgiften innehöll kulturspecifika detaljer som gjorde att eleverna hade olika förutsättningar att klara uppgiften. Finns det olikheter mellan flickor och pojkar? Att vissa elever missgynnas är emellertid svårt att komma ifrån. Det är därför viktigt att ge eleverna **många olika sätt att visa sina kunskaper och förmågor på**. Varje moment ska även följas upp med avseende på respektive elevs prestationer. För att kommunicera detta med eleven och dennes föräldrar är det bra att skapa en **"kompetensprofil"** som beskriver var eleven är kunskapsmässigt, t ex en "kunskapsstjärna" där de olika förmågorna finns beskrivna i stjärnans spetsar. Denna kompetensprofil ger en snabb överblick av förmågorna och utvecklingsbehoven. Betyg som lärare ska ge i slutet av varje termin är summativa – men IUP, eller elevutvärderingar inför mentorsamtal, ska vara formativa till sin karaktär. Det viktiga är **hur** kommentarerna är skrivna i en utvärdering för att de ska kunna användas för att **förbättra** det framtida lärandet (Jönsson 2012, 2013, Lundahl 2012).

För att ett förbättringsorienterat arbetssätt ska fungera så måste alltså **återkopplingen gå åt båda hållen**, från lärare till elev och från elev till lärare. Elevers utvärderingar och resultat ska fungera som feedback till läraren rörande vad som fungerat och därmed genererat lärande, och vad som kräver ytterligare utveckling. Genom sambedömning, och bedömningsdiskussioner mellan lärare, blir det

lättare för lärare – både att konstruera relevanta och verklighetsnära öppna uppgifter - samt att reflektera över hur man som lärare kan ge konstruktiv och framåtsträvande feedback till eleven. Nedan ser ni ett antal frågeställningar som kan fungera som underlag för reflektion vid ett kollegialt diskussionstillfälle för att utvärdera ett ämnesområde.

Sambedömning och utvärdering
1. Motsvarade elevernas resultat de förväntningar ni hade?
2. Gav uppgiften eleverna möjlighet att uppnå de eftersträlvade målen?
3. Kunde alla nivåer i kunskapskraven uppnås genom uppgiften?
4. Kan ni plocka ut elevsvar som ni kan använda som referensunderlag vid bedömningsdiskussioner?
5. Fanns det missförstånd och "fel" som flera elever uppvisade?
6. Kan ni skapa ett gemensamt feedbackprotokoll? <i>Detta motsvarar ett sammanfattande dokument vilket innehåller alla önskade/förväntade svar och viktiga begrepp och förmågor som läraren väntar sig på en uppgift/prov/laboration. Det kan även innehålla förklaringar på sådana aspekter som eleverna brukar missuppfatta, enligt lärarens tidigare erfarenhet. Läraren kan sedan ge respektive elev valda, "urklippta" delar av feedbackprotokollet anpassade efter denna elevs svar/resultat. Detta underlättar återkopplingen och gör så att läraren kan undvika en viss del av den annars omfattande individuella skriftliga feedbacken. Denna "klippt-och-klustrade" återkoppling kompletteras självklart, vid behov, med individuell feedback som ligger utanför det ursprungliga skrivna formuläret</i>
7. Vilka moment verkade kritiska för lärande?
8. Fick eleverna oväntade (men kanske positiva) resultat som kan användas till framtida projekt? Med andra ord en möjlig ämnesutveckling även för läraren

Risker med att fokusera för mycket på bedömning

Det finns risker med att allt för mycket fokusera undervisningen på bedömning. T ex **måste eleverna få möjlighet att utveckla förmågorna innan det är relevant att bedöma dessa**. Man kan också fastna i detaljer och **förlora helhetsperspektivet**. Det är först när eleverna har kommit igång och har en "riktning" i sitt lärande som det är relevant att ge formativ bedömning som ett stöd för deras fortsatta lärande. Om man fokuserar på enskilda aspekter, så som hur väl eleven formulerar en hypotes, kan eleven gå miste om att få ett helhetsperspektiv på uppgiften. En annan risk är att man som lärare lämnar över tolkningen och användningen av återkopplingen till eleven. Även vuxna och erfarna studenter har svårt att själva reglera sitt lärande. Eleverna måste därför både få och få använda återkopplingen **inom ramen för undervisningen**. Man kan t ex ta upp vissa exempel på elevsvar, ge återkoppling och diskutera denna med hela klassen. Att eleverna ska få individuella omdömen och betyg innebär inte att bedömningen måste ske enskilt. Stimulera att eleverna gemensamt analyserar och tolkar återkoppling, t ex genom kamratbedömning. Kamratbedömning tvingar fram ett aktivt förhållningssätt till återkoppling (Jönsson et al. 2013).

Betyg = sämre resultat?

Frågan om det är negativt att ge betyg i samband med återkoppling är ett hett ämne och något som anses "förbjudet". Vissa studier visar dock på motsatsen – vilket skulle kunna indikera att den påverkan som ett betyg har på eleverna kan variera beroende på läraren, elevgruppen – eller framför allt vad betygen kommer att användas till (Jönsson 2013). Ett summativt betyg kan användas formativt om det vägleder och stöttar eleven framåt i läroprocessen.

Emma Smith och Stephen Gorard (2005) visade att betyg i sig inte behöver vara negativt då de undersökte elever i engelska grundskolor med fokus på matematik och naturvetenskapliga ämnen. I elevenkäter svarade eleverna att de helst skulle vilja ha både betyg och återkoppling. Eleverna sa även att **de inte förstod vilken kvalitativ nivå de hade uppnått** om de inte fick betyg och endast mottagit återkoppling. I de fall där elever endast fick återkoppling försökte dessa lista ut betyget genom diskussioner med andra elever och lärare. Ett annat problem som lärarna lyfte fram var att de tyckte det var svårt att lyfta fram till föräldrar hur det gick i skolan, utan att kunna referera till ett betyg. Föräldrarna tyckte dock själva att det var tydligare för dem då de läste omdömen och återkoppling, jämfört med betyg, då det underlättade för dem att ge barnen stöd hemifrån. Eleverna lyfte också fram att återkopplingen inte alltid är så lättläst, eller att det är tydligt vad de ska göra med den. Detta kan tolkas som att lärare alltid måste sträva efter att skriva och utveckla sättet som de skriver återkoppling på, samt lära sig, genom elevernas resultat och progression, hur mycket vi måste anpassa vår undervisning och återkoppling efter elevernas behov.

Bedömning inom praktiska, naturvetenskapliga verksamheter utanför skolans värld

Att bedöma praktiska aktiviteter är inte bara något som sker inom skolans väggar – utan dessa bedömningar är av stor vikt även i högre utbildningar, så som läkar- och sjuksköterskeutbildning, eller då bilmekaniker ska utbildas. Forskning rörande detta område är därför mer omfattande än för t ex skolkemi eller fysik – där bedömning av de praktiska förmågorna länge har varit i skymundan. Nedan finner ni några exempel på hur bedömning inom olika yrkesutbildningar går till. Lärare kan hämta inspiration från dessa, samt kan få tips för att inte falla i samma fälla.

Vid studier av undervisning inom nödkirurgi i **Öst/central-Afrika** (Dreyer et al, 2013) värderade man betydelsen av kontinuerlig feedback. Målet var att hjälpa studenterna till att **strukturera sin lärprocess**, samt att läraren måste kunna utvärdera kirurgelevernas kunskap och behov och korrelera sin återkoppling, så att det leder till ett ökat lärande. De såg att detta kunskaps- och progressionsinriktade arbetssätt ledde till att de summativa betygen väl stämde överens med de formativa värderingstillfällena under kursens gång. I en annan studie tittade man på första-årsstudenter (Eldredge et al. 2013) och såg att de som fick träning i kamratbedömning, och därefter kontinuerligt använde sig av detta under kursen, lyckades i mycket bättre i de slutgiltiga testen än resterande studenter. Det upplevdes också reducera arbetsbördan för lärare och bibliotekarier som annars ensamma hade rollen som vägledare. I en annan studie av kamratbedömning hos läkarstudenter (Spandorfer et al, 2013) fick de bedöma en praktisk anatomisk uppgift på en skala från 1-5, kombinerat med feedbackkommentarer. De gjorde bedömningen via en internetbaserad plattform/formulär. Resultatet gav en signifikant förbättring av resultatet, främst hos de tidigare svagpresterande eleverna, som i sin mottagna kamratbedömning fick tips på förbättringar.

En annan studie utvärderade en prestationsbaserad (praktisk) bedömning genom att använda/studera kognitiv uppgiftsanalys (Pugh och Darosa, 2013). Forskarna använde en "tänk-högt-övning" medan studenterna genomförde en praktisk övning (i detta fall en koloskopi). Verket underlättade lärandet och gav direkt och användbar feedback till eleverna medan de utförde de praktiska övningarna. En app har utvecklats för att, på högskolenivå, underlätta för lärare att bedöma

praktiska förmågor (Ferenchick et al. 2013). Målet är att öka validiteten och reliabiliteten vid dessa typer av bedömningar. Appen testades på medicinstudenter för att dokumentera lärarens observationer, samt ge feedback på dessa. Resultatet visade att appen avsevärt underlättade lärarens bedömning, samt att denna kunde ges snabbt och effektivt till eleverna. Motsvarande app för skolan är under utveckling (men det finns redan idag många gratis, lättanvända appar att använda i undervisningen, t ex Socrative). Ett annat exempel på hur feedback på en praktisk förmåga, i detta fall hur barnmorskor bedömer ultraljudsbilder, kan ges ses i en studie av Chalouhi et al. 2013. De såg att i de fallen där barnmorskorna fick direkt, skriftlig feedback på sin bildanalys, förbättrades förmågan avsevärt till följande ultraljud. Metoden bedömdes av lärarna som skrev feedbacken som lättanvänd och effektiv. Liksom tidigare nämnts är bedömning **under den pågående praktiska övningen** av stor vikt.

Sjukskötersestudenters uppfattning om användandet av **loggböcker** under sin utbildning testades av Fatameh and Alavinia (2012). Studien visade att loggböckernas användande måste ha en tydlig struktur med klara instruktioner av läraren för att ha effekt. Studenterna måste, förutom att ha klart för sig syftet med loggboken, tränas i att endast inkludera det som är nödvändigt, för att lättare kunna greppa sin progression och sitt lärande. Annars kan loggboken lätt bli en börda i studierna. Evans et al. 2013, visade vidare i sin studie att det är viktigt att **formativ bedömning ska vara en kontinuerlig del av undervisningen** – och inte endast dyka upp i nära anslutning till ett summativt prov. De kallar detta arbetssätt en "spaced-education". En kontinuerlig återkoppling på en loggbok kan vara ett hjälpmedel för att uppnå detta.

Songer och Ruiz-Primo (2012), sammanfattar fem olika rapporter runt bedömning vid universitetsutbildningar inom de naturvetenskapliga ämnena. Författarna konstaterar att utan god bedömningskultur, väl genomtänkta instruktioner och individbaserade prestationer så är **kvaliteten på naturvetenskaplig undervisning i riskzonen**. Det krävs att alla lärare är fullt införstådda med att om vi inte använder oss av en väl genomtänkt bedömningsmetod så kommer eventuellt samhällsdiskussioner om t ex etik och teknologi, i framtiden kunna ske helt utan naturvetare. Naturvetenskap och teknik borde vara en viktig del i framtidens samhälle och dess populations allmänbildning. Nya uppfinningar och idéer kommer inte av sig själv – utan vi måste uppmärksamma unga människor på att förstå sin del i framtidens utveckling.

Matthew W Keefer et al. (2013) har studerat och jämfört flera nationella och internationella studier som visar att det finnas stora skillnader mellan skolor/universitet med avseende på **naturvetenskaplig etik** och dess betydelse. Detta visar sig bland annat i varierande mål och metoder mellan skolor, samt i hur stor plats och tid etiska frågor få ta. Denna studie vill visa att man kan komma åt bristen i etisk utbildning genom ett formativt arbetssätt med tydliga läromål. Författarna förordar ett klassrumsbaserat formativt arbetssätt – där eleven lär sig att diskutera, samt förstå betydelsen av etiska perspektiv i den naturvetenskapliga världen, genom snabb feedback och kontinuerlig återkoppling. Genom att arbeta på detta sätt blev eleverna bättre på att diskutera olika, till viss del känsliga etiska aspekter, samt förstod betydelsen av att kunna göra detta.

Verklighetsnära Naturvetenskap

Vi möts alla varje dag av en otrolig mängd information genom olika kontakter och medier – men vi kanske inte alltid funderar över deras vetenskaplighet. I syftestexterna till de naturvetenskapliga ämnena framgår det att eleverna ska ges en inblick i hur stor **betydelse ämnet har haft för samhället och dess utveckling**. De ska få insyn t ex i att NV-kunskaper används för att förbättra vår hälsa, för att utveckla nya material och för att förbättra vår miljö och skapa en hållbar utveckling. De ska även kunna använda naturvetenskapliga begrepp och modeller för att förklara naturvetenskapliga sammanhang i samhället, naturen och i människan. Utöver detta ska de kunna skilja på naturvetenskapliga och andra sätt att skildra omvärlden. Man kan träna elever att fundera över naturvetenskaplig information genom att ta upp öppna frågor som, "fungerar verkligen antirynkräm?". Detta kan (om så önskas) även leda till utveckling av en egen, öppen, undersökning för att finna svaret.

Lärare ska i sin undervisning även **utgå från ny forskning, aktuella ämnen, samt elevernas intresse**. Men intresse är en komplicerad utgångspunkt, då detta kan variera med ålder, kön, erfarenheter och socioekonomiska faktorer (Anders Jidesjö 2012). Som tidigare nämnts sjunker intresset i hela Europa, vilket tros bero på en traditionell och transmissiv undervisning, där naturvetenskap framställs som färdiga faktapaketer som inte kan diskuteras. Undervisningen saknar ofta koppling till den verklighet eleverna lever i – och det är liten överensstämmelse mellan vad läraren tror är intressant för eleverna och vad de faktiskt tycker är intressant. Kan vi se naturvetenskap ur ett annat perspektiv? Kan vi utgå från elevernas intresse och frågeställningar och ändå hålla oss till de riktlinjer vi har i Skolverkets dokument? Kan vi hjälpa eleverna att få ett helhetsperspektiv på ämnet och därmed få en större insikt i kemins betydelse för samhället? Nedan ges ett exempel på ett sådant arbetssätt, samt tips för att kunna utveckla den egna undervisningen.

Centralt innehåll

I kursplanerna (www.skolverket.se) framgår det innehåll eleverna ska möta för att nå målet och syftet med ämnet. Vi lärare har frihet i vad vi lägger mest tyngdvikt på och hur vi arbetar – men alla punkter ska beröras. Det centrala innehållet sammanfattar i grundskolan alla de naturorienterade ämnena. Dessa kan sedan separeras för varje ämne så som kemi, fysik eller biologi – eller så kan vi välja att se dessa som en inspiration för ett mer ämnesövergripande arbetssätt. Nedan följer kortfattade beskrivningar av det centrala innehållet genom skolans alla årskurser – för att lättare få fokus på **progressionen i kunnandet, och lärandet**.

För **årskurs 1-3** ska eleverna t ex diskutera hur naturen skiftar under året, och hur olika aspekter så som sömn och mat och motion kan påverka kroppen och hälsan. Utöver det ska de möta begrepp som berör kraft och rörelse genom att titta på tyngdpunkt, jämvikt etc. De ska även förstå material och ämnen i vår omgivning, genom att t ex diskutera ämnens egenskaper så som löslighet, utseende och magnetism, aggregationsformer och användningsområden. Dessutom ska eleverna få insyn i det naturvetenskapliga arbetssättet genom t ex undersökningar och fältstudier.

För **årskurs 4-6** fördjupas de ovan nämnda ämnesområdena. Bland annat kommer partikelmodeller och kretslopp in (både ämnen och material), samt ämnens indelning efter egenskaper. De ska få kunskap om sura och basiska ämnen och några grundläggande kemiska reaktioner så som fotosyntes och förbränning. De ska reflektera över vanliga kemikalier i hemmet och samhället, samt sätta in kemin och naturvetenskapen i ett historiskt perspektiv. Vad gäller det naturvetenskapliga arbetssättet så ska eleverna nu ges möjlighet att planera, utföra, dokumentera och utvärdera en undersökning.

För **årskurs 7-9** ingår samma ämnesområden som för tidigare årskurser – men med ytterligare fördjupningar. De ska t ex titta närmare på atomens olika byggstenar, olika typer av kemisk bindning, och energiomvandlingar i reaktioner som förbränning. De ska utöka sin kunskap rörande kretslopp, t ex genom att studera avloppsrening och framställning och återvinning av material. De ska även ges möjlighet att få förståelse för modellers användbarhet, giltighet och föränderlighet. De ska kunna utföra systematiska undersökningar och pröva på olika kemiska analysmetoder, så som destillation och identifikation av ämnen. De ska även utveckla sin förmåga att källkritiskt granska olika texter och informationskällor.

För **gymnasiets Kemi 1 och Kemi 2** (upplägget på dessa liknar dock andra NV-ämnen) kurser ska eleverna ges möjlighet att få kunskaper om kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas. Vad är ett naturvetenskapligt arbetssätt? De ska även utveckla förmåga att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor samt att identifiera, formulera och lösa problem. Utöver det ska de utveckla en förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt att hantera kemikalier och utrustning. Även förmåga att "reflektera över och värdera" valda strategier, metoder och resultat ska övas. De måste även förstå kemins betydelse för individ och samhälle, t ex inom medicin, nya material eller hållbar utveckling. Denna undervisning ska ske utifrån ett centralt innehåll som behandlar "materia" och "kemisk bindning", "reaktioner och förändringar", "stökiometri", samt "analytisk kemi".

Verklighetsnära frågeställningar = lärande?

Eleverna **har** ofta ett intresse för naturvetenskapliga ämnen – men de finner det svårt att se och koppla att skolans naturvetenskap är densamma som de kunskaper som behövs för att producera läkemedel, framställa makeup eller minska risken för att bilar ska rosta. Det kan därför vara av stor vikt att utgå från aktuella händelser i samhället (t ex larmrapporter, vaccinationer, sjukdomar, dieter, etc) och elevernas egna frågeställningar för att göra kemin till en mer naturlig del av elevernas bild av verkligheten och därmed öka deras allmänbildning. Oavsett i vilken årskurs eleverna går så kan dessa öppna, verklighetsnära frågor analyseras och besvaras på ett åldersanpassat sätt. Nedan ses exempel tagna ur kemiundervisningen, samt faktorer att tänka på som lärare vid planering av öppna uppgifter.

Frågor att ställa sig som lärare – "hands-on-tips" (med fokus på progression och resultat):

Ett formativt, verklighetsnära arbetssätt förutsätter att bedömning, vägledning, syfte och mål finns med redan i planeringsstadiet. Nedan finner ni frågor som lärare, ensam eller kollegialt, kan reflektera

över då undervisning som ska leda till en öppen, elevplanerad laboration struktureras.

Vid planeringen kan läraren fundera över...

1. Vilka **mål och vilket syfte** vill jag att den öppna laborationen ska ha?
2. Vilket **ämnesinnehåll** vill jag lyfta fram? Kan jag t ex samarbeta med lärare i andra ämnen för att vinna ett större helhetsperspektiv för eleverna?
3. Vilka **begrepp och förmågor** ska uppgiften träna och ge eleverna chans att lära? Hur ser jag till att alla elever får tillgång till samma begrepp och metoder, etc, om de arbetar i olika grupper?
4. Hur hjälper jag som lärare eleverna att **reflektera** över de begrepp de hör och läser?
5. Hur hjälper jag som lärare eleverna att **dokumentera** sin ordförståelse, språkliga funderingar runt begrepp och metoder på ett effektivt och användbart sätt?
6. Hur, när och på vilket sätt ska **bedömning** ske?
7. Hur skapas ett användbart **bedömningsverktyg** med ett språk som utgår från skolverkets styrdokument – men som kan tolkas och användas av eleverna för den specifika uppgiften?
8. Hur ges eleverna chans att **använda den feedback de får**? Hur kan denna leda till ökad språkutveckling hos eleverna? Kommer feedbacken i rätt tid? Har de chans att reflektera, göra om, och diskutera återkopplingen?
9. Hur **dokumenterar** jag dels de uppgifter jag gör med eleverna, dels det uppkomna resultatet och de reflektioner jag gör under arbetet (t ex genom att använda en egen loggbok)?
10. Hur **utvärderar** jag undervisningen?

Att reflektera över vid planering av öppna laborationer

Nedan finner ni tips på hur läraren genom en progressionsfokuserad diskussion kan hjälpa eleverna att planera, genomföra och tolka en egen öppen laboration. Kombinera detta med tydliga exempel/standards (med varierande kvaliteter) på hur uppgiften kan utföras och bedömas för att göra det tydligt för eleven vad målet är.

Diskutera detta med eleverna...

1. Instruera eleverna att det alltid är bäst att göra sin **frågeställning så tydlig som möjligt** så att den är möjlig och rimlig att besvara. Möjligen kan underfrågeställningar skapas efteråt. Frågeställningen ska **byggas på teori och fakta som eleverna söker innan försöket inleds**.
2. Hjälp eleverna att hitta information och reflektera över vilka typer av laborationer som är **rimligt att göra i skolan** med hänsyn till kemikalietillgång, utrustning, säkerhet, pris och tidsaspekter.
3. Hjälp eleverna genom att visa hur man konstruerar ett **flödesschema** över laborationens olika steg, där det t ex framgår hur vilka kemikalier som ska användas och varför, vilka säkerhetsaspekter, samt hur många gånger försöken ska upprepas (statistik).
4. Utgå från **elevexempel/standards** där eleverna dels får syn på hur strukturen på uppgiften ska

vara, samt att de får se exempel på arbeten på olika betygsnivåer (gärna flera på samma nivå). Om inte samlade exempel finns att tillgå kan läraren (ensam eller helst med kollegor) göra egna exempel att visa t ex på smartboard eller liknande.

Visa *hur praktiskt laborativt arbeta kan utföras på olika kvalitativa nivåer* (t ex demonstrationslaborationer eller elevfilmer, alternativt via "Youtube").

5. Diskutera olika sätt att **dokumentera** planering, observationer, resultat och tolkningar, samt frågeställningar och reflektioner som dyker upp under pågående laboration.
6. Kan eleverna **konstruera ordlistor** över nya eller okända begrepp i sina egna arbeten och i sin planering av de öppna laborationerna? Dessa ordlistor kan sedan följa med under hela kursen och fyllas på kontinuerligt och användas som grund för prov, arbeten eller läxförhör. Detta förutsätter att eleven får feedback på ordlistan för att undvika att felinläringar/missförstånd uppstår.
7. Klargör **hur och när feedback** kommer att ges, samt när och på vilket sätt eleverna får chans att **revidera** sina planeringar/laborationer efter återkopplingen.
8. Gör efter avslutat projekt ett **kunskapstest**, t ex en **frågerunda/vetenskapsstig**, som berör alla de olika elevgruppernas öppna laborationer. Detta befäster elevernas kunskaper och ser till att alla elever får samma möjlighet till ett lärande av alla begrepp och metoder som de olika elevförsöken genererat.
9. **Kamratbedömning av laborationerna** – med stöd från läraren i "konsten" att ge framåtsträvande och konstruktiv feedback. T ex genom att använda "Two stars and a wish" vilket innebär att eleven ger tre kommentarer om vad som uppskattats och utförts väl i kompisens arbete och en sak som kan utvecklas (alltså en önskan inför framtiden). Senare i texten följer ett exempel på en annan typ av kamratbedömning.

Exempel på teman/frågeställningar för öppna laborationer

Om eleverna inte själva kommer på egna frågeställningar finns här en lista med förslag på frågor som kan fungera för ett öppet praktiskt arbete inom t ex biologi och kemi:

Hur fungerar det..?

1. Vilka maträtter innehåller mest fett (t ex smör, pommes frites, potatiships, bröd etc)?
2. Innehåller mjölk eller sojabönor mest proteiner?
3. Hur skulle vi kunna demonstrera hur mycket koldioxid olika växter behöver? Kan t ex innefatta att eleverna skapar slutna system för olika växter där vatten och näringsämnen finns att tillgå för växten – men att koldioxid inte tillförs. Ger insikt i fotosyntesen och växters behov av koldioxid.
4. Hur kan olika växter överleva i mörker? Testa att sätta olika växter i mörkret och uppskatta (med hjälp av jod) hur mycket stärkelse som respektive växt innehåller innan och efter mörkervistelsen. Ger förståelse för mörker och ljusfasen av fotosyntesen.
5. Hur kan bakterier påverkas av olika kemikalier? Odlar upp bakterier genom att sprida ut ett tunt lager saliv på agarplattor (Petriskålar). Testa sedan flera vardagskemikalier som droppas på plattorna, t ex Ajax, diskmedel, handsprit, Alvedon, Bafusin eller om det finns att tillgå – antibiotika (tänk då på säkerhetsregler runt avfallshantering). Låt eleverna välja produkter, samt ge hypoteser på utfallet. Ger insikt i cellbiologi och biokemi, samt t ex antibiotikaresistens.

6. Vad innehåller "light" produkter och är dessa lättare till vikten? Gör de oss smalare eller bara mättare så vi äter mindre?
7. Vad händer med proteiner när vi lagar mat (t ex kokar ägg, steker kött, syrakonserverar etc)? Tänk ut en laboration där du visar vad som händer och vad dessa reaktioner påverkas av.
8. Varför kan man gå på is men inte på flytande vatten? Det är ju samma ämne!
9. Hur kan hudkrämer vara olika bra? Vad innehåller de? Kan vi göra egna krämer?
10. Hur kan giftiga djur bära så farliga ämnen utan att skadas själva?
11. Varför regnar det inte saltvatten?
12. Varför har vår kropp ett visst pH? Vad skulle hända om vi växlade pH? Har alla djur samma pH i kroppen som vi har (t ex amöbor, ödlor, älgar och fiskar)?
13. Hur fungerar värktabletter och hur löses de upp i kroppen?
14. Hur fungerar värktabletter?
15. Varför ska man ta handsprit mot bakterier?
16. Varför är socker farligt för tänderna?
17. Gör alla "whitening" tandkrämer verkligen tänderna vitare? Är det någon skillnad på olika märken?
18. Vad innehåller en sport/energidryck och varför ska ungdomar under 18 helst inte dricka dessa?
19. Varför säger de i filmer att man ska dricka mjölk om man har fått i sig något gift?

Hitta mer inspiration och fler bakgrundstankar hittas i KRCs olika kompendier, t ex "**Kemin i maten**" eller "**Piller, pulver och plåster**" med flera. Dessa kompendier hittar ni på KRCs hemsida (www.krc.su.se) under fliken "Material och kompendier", Motsvarande förslag för fysik och teknik kan hittas under **respektive ämnes Nationella resurscentrum**.

Hur hanterar man som lärare dessa frågor?

Om eleverna kommit fram olika frågeställningar (t ex någon av de frågor som anges i stycket ovan) så är det lärarens ansvar att se till att de projekt frågeställningarna genererade verkligen leder till ett lärande. Detta kräver reflektion och skapandet av en tydlig struktur. Nedan ser ni exempel på aspekter som kan vara viktiga att tänka igenom och diskutera, lärare emellan.

Reflektera själv eller med kollegor (kollegialt lärande):

- 1) Fundera ut vilka begrepp och förmågor som är viktiga för eleverna just i det stadiet de är i läroprocessen. Vilka fakta, information och kunskap måste de ha med sig för att uppgiften ska öka förståelsen och inte det inte bara bli en "kul" uppgift? Vilket centralt innehåll berörs och vilka syften/mål kan bli aktuella? Tänk på att nästan vilken frågeställning som helst kan "ledas" in till att bearbeta det innehåll du som lärare vill beröra. T ex kan "kemisk bindning" relateras till alla frågeställningar ovan.

2) Utforma/välj med dina kollegor en uppgift utifrån elevernas frågeställningar. Låt sedan eleverna rösta om en huvudfrågeställning som klassen kan fokusera på – och till vilken olika underfrågeställningar sedan kan formuleras för respektive elevgrupp. Skapa/diskutera gärna dessa uppgifter även tillsammans i lärargruppen eftersom en bra bedömning och förbättringsorienterat arbetssätt startar redan i planeringsstadiet.
3) Vilka kunskapskrav är aktuella? När, hur och på vilket sätt ska bedömning ske?
4) Hur kan elevsvar på olika bedömningsnivåer se ut? Hur hanterar ni "oväntade" svar eller elevresponser? Kan ni göra exempel (standards) att visa eleverna för att förtydliga krav och mål?
5) Vilka ramar ska arbetet ha? Hur många föreläsningar, laborationer etc ska ingå? Ska det vara av laborativ karaktär eller skriftlig eller muntlig presentation av resultat? Eller kanske en kombination av alla dessa?
6) Se läroboken som ett uppslagsverk bland många. Ta hjälp av olika typer av litteratur och artiklar, samt Internetsidor. Ger eleverna en bra chans att uppfylla målet att kunna källkritiskt granska olika informationskällor.
7) Att utgå från öppna, verklighetsnära frågeställningar betyder inte att "traditionella" arbetsmetoder inte kan/ska användas, så som katederundervisning, receptlaborationer, läxförhör/prov eller gruppdiskussioner. Väl beprövade didaktiska metoder tillför bara mer stöd och vägledning för eleverna!
8) Ge kontinuerlig feedback under det pågående arbetet. Detta kan göras muntligt eller skriftligt eller vi interaktiva plattformar så som "Google Drive" eller likande molnprogram.
9) Ge eleverna chans att ta till sig feedbacken och revidera uppgiften. Feedback är till för att användas så den kan inte endast komma i slutet av arbetet.
10) Ge möjlighet till själv- och kamratbedömningen, så eleven hjälps att bli ägare av sitt eget lärande och att själv få syn på vad som måste utvecklas och vad som är dess styrkor.
11) Finns det digitala hjälpmedel för att dela dokument och/eller för att ge återkoppling? Kan t ex sociala medier som Facebook, användas för att underlätta kommunikationen?

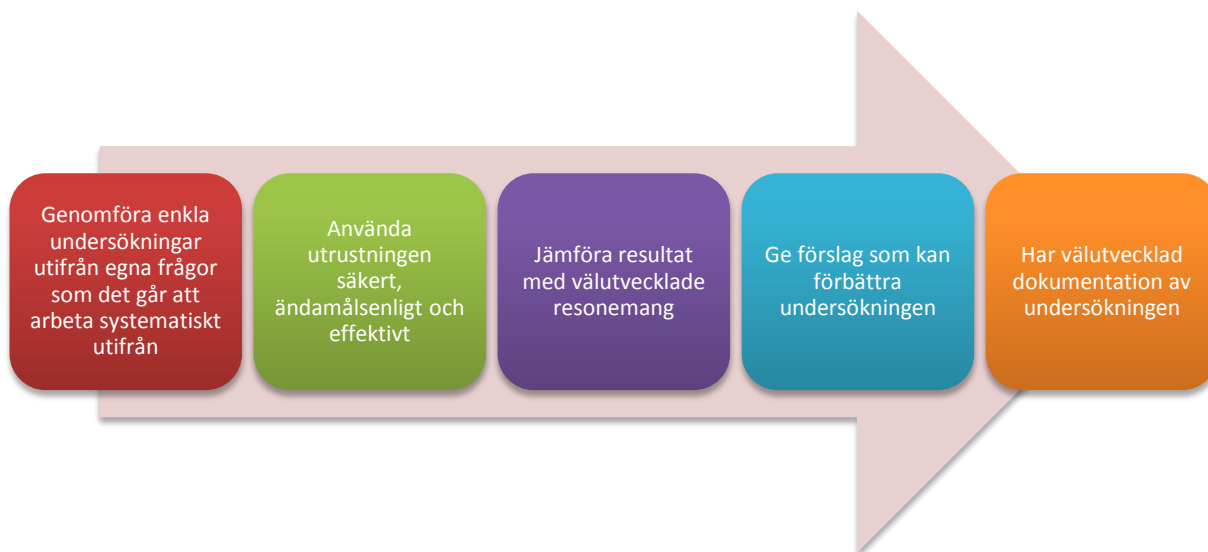
En öppen laboration om bakterier



Diskutera med lärarkollegor/elever vad som är viktigt för lärandet i denna specifika uppgift

Eftersom bedömning och uppgift ska planeras samtidigt är det viktigt att definiera vad som ska bedömas. I följande exempel kommer elevfrågan "**Hur påverkas bakterier av sin omgivning?**" att fungera som utgångspunkt. Under denna "paraplyrubrik" kan eleverna sedan välja

underfrågeställningar, t ex "Hur fungerar antibiotika?" eller "Vad innebär antibiotika resistens?". Börja med att klargöra vad du kommer titta på och bedöma. Kan t ex eleven:



Förklara och förtydliga bedömningsaspekter

Nedan ser ni några exempel på hur lärare och elever tillsammans har definierat och förtydligat några olika bedömningsaspekterna kopplade till praktiskt arbete med öppna uppgifter. Dessa vägledande punkter kombineras lämpligen med exempel eller standards för att ytterligare förtydliga att öppna laborationer kan ske på många olika sätt. Dessa punkter kan också ligga till grund för skapandet av ett bedömningsverktyg, t ex en matris. Detta är exempel från en lärardiskussion, där det under varje rubrik finns frågeställningar som kan hjälpa eleven att möta kunskapskraven, och bör ses som förslag på frågor formulerade för att hjälpa eleven att fundera över respektive bedömningsaspekt:

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "genomföra en bakgrundssökning inför en egen laboration"

Hur ser ni till att använda säkra källor?
Använder ni olika källor (och kan jämföra dessa)?
Anger ni källor korrekt?
Ser ni till att skriva och berätta med egna ord?
Har ni en röd tråd – hittar och använder ni relevant information som hjälper er att besvara frågan och uppnå syftet?
Diskuterar ni inom gruppen om vad som ska inkluderas och varför?
Ser ni till att ha ett kritiskt arbetssätt?
Har ni förståelse för att och hur teorier och modeller utvecklas? Eller att det finns olikheter även mellan olika forskargrupper?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "formulera en genomförbar frågeställning och för att definiera ett syfte"

Hur kan ni snäva in frågeställningen så att projektet inte blir för stort?
Går det att göra underfrågor?
Varför är detta intressant/viktigt att studera?
Vad skulle ni vilja veta mer om?
Kan ni koppla detta till något ni hört i olika media eller andra kurser (sätta in frågeställningen i ett

sammanhang)?
Är detta område relevant – tror ni t ex att det finns flera missuppfattningar angående detta (begrepp/tema) i samhället?
Kopplas detta till den kunskap du har och undervisningen du deltagit i?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "planera en laboration"

Hur ska undersökningen genomföras? Kan ni göra ett flödesschema?
Vilken utrustning ska ni använda? Är ni säkra på hur denna används och dess säkerhet och lämplighet för experimentet? Är utrustningen anpassad för den undersökning ni ska göra (t ex med avseende på mätnoggrannhet)
Vilka kemikalier ska ni använda? Har ni kontrollerat säkerhetsdatabladet för dessa ämnen? Har ni tänkt på att begränsa mängden använda kemikalier?
Hur planerar ni för en säker laboration? Vad händer om ni spiller eller om någon får stänk på sig? Hur tar ni hand om avfallet?
Vad ska ni observera? Är alla gruppmedlemmar aktiva och medvetna om varje steg då ni observerar försöket?
Hur ska ni dokumentera era observationer? Tänk på att inte bara dokumentera resultaten – utan även era reflektioner om vad som händer under laborationen!
Hur gör ni om det händer något oväntat? Har ni avsatt tid så ni hinner tänka efter och planera om i sådana fall? Dokumenterar ni även detta?
Har ni tänkt något runt statistisk säkerhet? Behöver ni t ex upprepa era försök?
Vilka faktorer/aspekter kan påverka utfallet och resultatet av er undersökning? Vilka steg är kritiska?
Hur ser ni till att alla gruppmedlemmar är delaktiga och har sin uppgift i laborationen?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "analys av resultat och erfarenheter"

Ser ni till att besvara frågeställningen och/eller återkopplar ni till syftet? Har ni tänkt på de eventuella underfrågeställningar ni hade? Blev även de besvarade?
Refererar ni till olika källor - vare sig de håller med eller motbevisar din teori (anges dessa korrekt)?
Vad var svårast/lättast vid planering och genomförande av laborationen och varför? Fungerade er metod som planerat? Gick det bra att dokumentera under laborationen?
Vad skulle vara intressant att studera vidare? Har det uppstått nya frågeställningar under försökets gång som ni inte hann testa?
Vilka nya begrepp tar ni med er från denna uppgift?
Vilka nya laborationsmetoder eller tekniker tar ni med er?
Var det något som förvånade er?
Kan ni se att ni skulle kunna få användning av denna kunskap i andra kurser, moment eller för att förstå vad ni hör på TV eller på Internet, eller i din vardag?
Har ni tips till någon som skulle göra ett liknande projekt?

Checklista

Ett alternativ till exemplet ovan för att hjälpa eleverna att strukturera sin öppna laboration, och utan att koppla till bedömning, är att använda en checklista. I detta exempel kan eleven snabbt reflektera över, kontrollera och utvärdera huruvida hon/han har med eller har tänkt på de aspekter som efterfrågas i uppgiftens laborativa del.

Fundera på om....	Ja/Nej:
Ni har hittat information om de kemikalier ni ska använda	
Ni har tänkt på säkerheten	

Ni har planerat för laborationens olika steg (speciellt de mest kritiska)	
Ni har fördelat arbetet i gruppen	
Ni har tänkt ut hur ni ska dokumentera era resultat	
Ni har tänkt på hur ni dokumenterar era tankar, observationer och reflektioner under laborationen	
Ni har tänkt hur ni ska ta hand om eventuellt avfall	

Eleve exempel; Vad är bakteriens älsklingsmat?

”Vi människor lever i en koevolution med bakterier. Bakterier var bland de första levande organismerna på jorden, och de gav senare upphov till Eukaryota organisms mitokondrier och kloroplaster. Idag är vi beroende av bakterier för att hjälpa oss bryta ned och ta upp näringsämnen, de ser till att näringsämnen omsätts i naturen genom att vara viktiga i nedbrytningen av organiskt material, och de är bland annat smaksättare i livsmedel. Samtidigt så pågår det ett krig mellan patogena bakterier och oss människor. Vårt immunförsvar utvecklas för att stå emot infektioner – medan bakterierna evolveras för att kunna lura vårt immunförsvar och effektivare infektera oss. Vi vill förstå vad som driver bakterierna. Genom denna laboration vill vi se vad bakterier kan växa på för mat och vad de inte gillar. Vi kommer använda bakterier från vårt saliv för undersökningen och vi kommer ha olika agarplattor med olika typer av lösningar som vi testar om de drar till sig bakterierna eller inte.

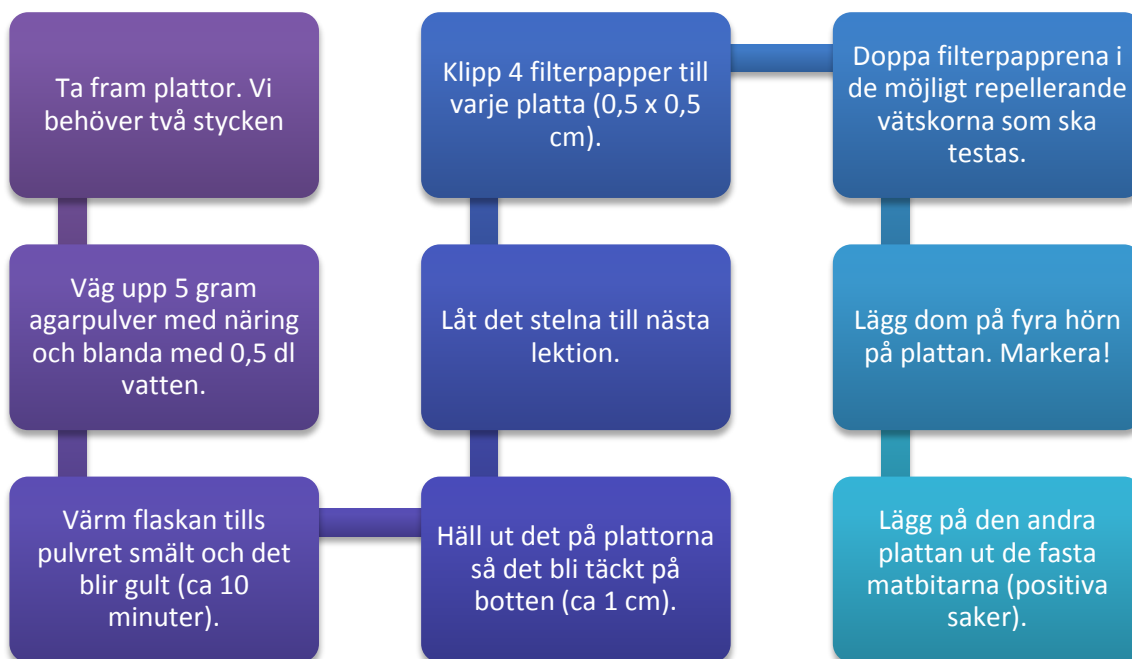
Vår plan:

- 1. Vi gör ett stort antal agarplattor. Vi tar näringsagarpulver och blandar med vatten (500 ml) som vi gjorde på lektionen. Sen ska lösningen värmas i mikrovågsugn i ca 10 minuter för att smälta ihop. Sen häller vi den i plattorna och låter stelna.*
- 2. På plattorna som ska locka till sig bakterier (enligt vår hypotes som ni kan se nedanför) valde vi att testa en gummibjörn, en bit ägg, lite köttfärs och en bit äpple.*
- 3. På plattan som ska stöta bort bakterier tog vi saker som vi tror att bakterier inte gillar. Det är medicin, handsprit, tvål och diskmedel. Eftersom dessa är flytande måste de fångas upp av filterpapper. Vi klipper bitar (0,5x0,5) av filterpapper som man droppar det som förväntas ”avskräcka” bakterierna på*
- 4. Vi kommer att läsa av plattorna efter en dag och efter en vecka.*

Hypotes:

Det vi tror att bakterierna kommer gilla är ägg och köttfärs för dom innehåller näringsämnen, främst proteiner, som de behöver för att leva, växa och föröka sig. Eftersom det inte brukar växa mögel på frukt tror vi inte att de kommer gilla äpplet. Godis borde inte attrahera då sockret är så hårt bundet - men eftersom hål i tänderna är ett resultat av bakterier kanske de gillar det. Kanske beror det på i vilken form det presenteras för bakterierna.

Bakterierna tror vi kommer dra sig bort från alla de saker vi valt, eftersom vi använder dessa ämnen för att göra rent på oss själva, i hemmet, samt för att behandla infektioner. Störst negativ effekt tror vi handsprit har eftersom de torkar ut bakterierna.”



Återkoppling

Detta är exempel på utvecklingsområden på elevexemplet ovan, givna i en återkoppling till eleverna. I detta fall ges feedback i form av frågor, för att uppmana eleverna att tänka till över återkopplingen. Det är viktigt att eleven inte fastnar i att endast läsa och korrigera av läraren "märka ord/begrepp", eller att besvara direkta instruktioner genom att fylla i/komplettera utan att reflektera över varför.

Återkoppling på ursprungsplan och hypotes:

Hur mycket (koncentration/massa/volym) ni tog när ni gjorde agarplattorna och av de olika ämnena ni valde? Hur har ni genomfört era beräkningar?

Kan ni använda fler av de begrepp som vi gått igenom rörande bakterier? Hur använder man ett naturvetenskapligt språk?

Berätta gärna mer om hur förmågan att attrahera/repellera olika ämnen påverkat bakteriers förmåga att överleva. Kan ni ange källor till all er bakgrund (även om ni använt läroboken)?

Ni skriver att ni ska använda medicin – vad menar ni med det?

Ni har tydligt förklarat vilka ämnen ni tror att bakterierna kommer att gilla och tycka mindre bra om. Kan ni kanske försöka hitta några förklaringar i boken eller på nätet som kan stödja de teorier ni har? Skriv då upp varifrån ni hämtar informationen, t ex "www.bakterier.se"

Återkoppling på flödesschemat:

Ni har inte beskrivit hur ni sätter till bakterierna till plattan. Hur har ni tänkt göra det? Ni har fortfarande inte förklarat "medicin" – vad planerar ni använda?

Tänk gärna på vilka steg som är känsligast - då ni måste vara extra försiktiga och noggranna.

Vad måste ni tänka på för att göra laborationen säker?

Vilken utrustning och material behöver ni, så jag vet vad jag ska ta fram till er laboration?

Hur och när har ni tänkt läsa av era resultat?

Hur har ni tänkt dokumentera era resultat och vad ni ser och tänker på under laborationen?

Hur kan ni göra era resultat lite mer statistiskt säkra?

Slutgiltig komplettering av eleverna (efter återkoppling, innan laboration)

Slutgiltigt flödesschema:

Tillverka plattor (6 st) med näringsmedium + agar (10 g/l). För att statistisk säkra resultaten upprepas de båda försöken 3 gånger. Koncentrationsberäkningar finns på separat papper.

1.

Spotta saliv i en kopp (samma person till alla försök) på plattan och sprid ut 0,5 ml med hjälp av botten av ett provrör

Fördela plattan i fyra delar med något potentiellt attraherande (gummibjörn, äpple, köttfärs och ägg) i varje del, markera och förslut plattan med parafilm

Avläs efter 3-6 dagar och se var tillväxten är störst (mät med linjal och räkna antal kolonier), dokumenteras med mobilkamera, samt mätvärden i en tabell vid tre tillfällen (dag 3, 5 och 6)

Efter avslutad laboration destrueras petriskålarna med konc. HCl eller autoklavering

2.

Tillsätt bakterier från saliv enligt punkt 1

Sätt ett ämne som ska fungera rengörande/bakteriedödande och därmed repellerande, handsprit, tvål, diskmedel (Yes) och upplöst antibiotika (på filterpapper), markera på plattan och förslut med parafilm

Avläs efter 3-6 dagar och se var tillväxten är minst (mät med linjal och räkna kolonier) enligt punkt 1

3.

Undersökningen kan utvecklas genom att testa bakterier i omgivningen, t ex skolmaten och på bestick i skolmatsalen. Ett annat alternativ är att fastställa vid vilka koncentrationer av respektive repellent/attraktant som störst bakterierörelse kan noteras

Stöd för analys

Som tidigare beskrivet finns det många olika checklistor och liknande dokument som kan underlätta elevernas planerande, genomförande och analys av sina egna, öppna laborationer. Nedan ser ni ett exempel som används till denna laboration för att underlätta skrivandet av rapport/analys:

Fundera över:

Vad var syftet med laborationen? Varför valde du att studera detta?

Vad behövde du ta reda på för information för att kunna planera och genomföra laborationen?

Vilka metoder hittade du (beskriv även dem du eventuellt inte kunde genomföra på skolan)

Hur dokumenterade du dina observationer och resultat?

Hur tänkte du runt säkerhet?

Fick du de resultat du väntade? Om inte – vad tror du det berodde på?

Vad var lättast och svårast med experimentet?

Om du fick göra om laborationen – vad skulle du då ändra/lägga till/ta bort?

Vad tar du med dig från denna laboration till framtida laborationer?

Vad tar du med dig från den återkoppling du fått av läraren eller dina klasskamrater?

Elevernas analys av bakterielaboration:

”Vi såg efter en vecka att bakterierna hade valt vad som attraherade, samt repellerade dem. På plattan med mat såg vi att bakterierna gillade godisen och köttfärsen mest. Minst gillade de ägget. Vi känner till att köttfärs kan få mycket bakterier snabbt, för att det finns många ytor i det finfördelade köttet för bakterierna att växa på och att äta. På Wikipedia läste vi att socker kan tas upp snabbt av celler för att det är små molekyler som kan ta sig genom cellmembranet och kan ge snabb energi,

vilket stämmer med våra resultat. Dock var inte sockret glukos (utan suckros) vilket inte tas upp lika snabbt och lätt som glukos. Suckros behöver ett aktivt upptag (kräver energi). Vår hypotes angående äpple stämde, vilket tros bero på fruktens surhetsgrad, samt hårda skal. Hade det endast funnits äpple på plattan kanske bakterierna dragits dit – vilket kan testas i framtida försök.

På plattan med bakteriedödande medel såg vi att det växte minst bakterier på antibiotika och mest på handspriten. Det är inte konstigt att eftersom det antibiotika vi testade (Penicillin) förstör bakteriens cellvägg så att de dör. Vi vet inte varför det fortfarande växte bakterier på handspriten men vi antar att den dunstar bort och blir överksam. Tvål och diskmedel reducerade mängden bakterier lite, genom att innesluta "skräp" i miceller (fett droppar). Men det kan kanske vara bra att tänka på att dessa medel inte är helt bakteriedödande utan kan behöva kombineras för att vara säkra. Dessutom är vissa bakterier nödvändiga för ekosystemen som t ex nedbrytare, så alla bakterier ska inte dödas. Framtida försök kan inkludera att testa de ämnen som attraherade/repellerade i olika koncentrationer. Ett alternativ är att använda platta kapillärrör som fylls med ämnet man är intresserad av – och sedan studera i ljusmikroskop hur många bakterier som letat sig in efter t ex en dag."

Återkoppling på analys

Utdrag ur återkoppling på analysen:

Vilka begrepp var viktigast för att kunna förklara och tolka laborationen? Skulle ni kunna lägga till och använda dessa i er analys?

Kan ni sätta alla ämnen ni valde i ordning från den som bakterierna gillade mest till den de gillade sämst? Kan ni sedan försöka hitta en förklaring till alla (graderingen)?

Vad var lättast och svårast under laborationen? Varför tror ni att det var så?

Vad skulle ni göra annorlunda om ni ville göra om ett samma försök igen?

Kan ni reflektera lite runt antibiotika och antibiotikaresistens (med avseende på säkerheten under laborationen)?

Kan ni förklara lite mer runt hur de olika ämnena kan tas upp och den eventuella betydelsen detta kan ha på attraktionen?

Tid för revidering och kamratbedömning

Efter feedback från läraren är det viktigt att **ge eleven möjlighet och tid att tänka igenom den återkoppling** som har erhållits och för att ändra det som eleven/gruppen tycker är relevant. För all återkoppling behöver inte användas direkt - utan är tänkt att väcka tankar hos eleven som kan fungera som frön för lärande. När elever arbetar på detta sätt med en öppen frågeställning, där olika grupper berör olika områden, är det viktigt att grupperna får chans att visa och berätta för hela klassen så att en **gemensam kunskapsbas skapas**. Ett sätt är att låta elevgrupperna presentera muntligt och demonstrera sina laborationer för sina kamrater som då får ta del av deras arbete. Genom kamratbedömning enligt det bedömningsverktyg som beskrivits ovan, samt de frågor som uppstår medan de lyssnar, så kan en givande och utvecklande diskussion med fokus på progressionen framåt skapas. Diskussionen underlättas av att alla elevgrupper har samma grundfrågeställning och att de tillsammans med varandra och läraren skapat förståelse för bedömningsverktyget.

Självvärdering och reflektion över lärande

Efter avslutat arbete och diskussion i klassen är det tid för både lärare och elever att reflektera över hur arbetet fungerat. Detta kan ske enligt den generella checklista som tidigare visats. Nedan ser ni även en variant av självvärdering som fungerar mycket bra för att generera ökad förståelse och lärande som visats i empiriska test (Nilsson, 2011). Denna utgår från påståenden, vilka eleven ska ta ställning till om de kan hålla med eller inte. Om de svarar nej på påståendet måste de ta ställning till huruvida de vet hur de ska hitta svaret eller inte. Dessa typer av självvärderingar hjälper dels eleven att ringa in vad den redan kan och vad som måste utvecklas, samt dels förtydligas det egna ansvaret som ligger i att först självständigt försöka hitta svaret, innan läraren tillfrågas. Dessa självvärderingar kan kombineras med att eleven verkligen gör de uppgifter som finns i påståendena så att både lärare och elev verkligen vet att kunskapen och målet uppnåtts. Detta är då en form av värdering/diagnostisk självvärdering med syfte att utveckla undervisningen. Självklart kan även dessa självvärderingar ge en snabb återkoppling om vad som fungerat bättre och sämre i kemiundervisningen. Eleverna kan besvara detta individuellt eller i grupp. Nedan ser ni ett kort utdrag ur en sådan checklista:

Påstående:	Ja	Nej	Nej, men jag vet hur jag kan hitta svaret
Jag kan identifiera olika bakteriekolonier			
Jag kan beräkna koncentrationer och bereda lösningar av olika koncentration			
Jag kan förklara upptag av olika sockerarter			
Jag vet vad aktiv transport innebär			
Jag kan beskriva kemotaxi med ett exempel			

Sambedömning och utvärdering – ”Bakterier – öppen laboration”

För att ett förbättringsorienterat arbetssätt ska fungera så måste återkopplingen gå åt båda hållen (som tidigare nämnts) - alltså från lärare till elev och från elev till lärare. Nedan ser ni ett antal frågeställningar som kan fungera som underlag för reflektion vid ett kollegialt diskussionstillfälle. Dessa är av en mer specifik karaktär än det mer generella verktyget för sambedömning ni kan finna tidigare i denna text.

Sambedömning och utvärdering

1. Motsvarade elevernas resultat de förväntningar ni hade (tänk på eleverna som en grupp)? Rada upp förväntningar och mål mot vad som faktiskt producerades av eleverna t ex
 - a) Söka relevant information om bakterier och kemotaxi källkritiskt
 - b) Ställa en relevant och genomförbar fråga
 - c) Skapa ett flödesschema (rimligt, tidsperspektiv, säkerhet)
 - d) Gav uppgiften alla elever samma möjligheter att tillgå kunskapen som kan samlas ihop av alla gruppers resultat?
 - e) Etc...

2. Gav uppgiften eleverna möjlighet att uppnå de eftersträvade målen? a) Fanns det utrymme för reflektion och kritiskt tänkande b) Kunde eleverna reflektera över den kontinuerliga återkopplingen så att arbetet kunde revideras
3. Kunde alla nivåer i kunskapskraven uppnås genom uppgiften?
4. Kan ni plocka ut elevsvar som ni kan använda som referensunderlag vid bedömningsdiskussioner?
5. Fanns det missförstånd och "fel" som flera elever uppvisade? a) Vilka moment verkade kritiska för lärandet? b) Behövdes det mer föreläsningar, genomgångar om kemisk bindning, bindningsstyrka, samt laborativa övningar rörande metoder/tekniker?
6. Kan ni skapa ett gemensamt feedbackprotokoll? (beskrivet tidigare)
7. Vad är det viktigaste ni lärare tar med er rörande arbetssättet och ämnesinnehållet? Finner ni behov för vidareutbildning inom något område. Var bakteriers och kemotaxi ett relevant tema för den årskurs som genomgick projektet?

En öppen laboration rörande Östersjön och salthalter

Ett annat exempel på en öppen laboration med ett formativt arbetssätt beskrivs här (Nilsson 1, www.krc.su.se). Denna laboration fokuserar på salthalt och mätningar av salinitet i Östersjön. Övningen kan hjälpa eleverna att få förståelse för vårt grannhav som står inför stora ekologiska förändringar. Uppgiften utgår från ett formativt arbetssätt och ger exempel på självvärderingsövningar, checklistor och annat. Texten utgår från kemiämnets perspektiv – men fungerar bra som grund ämnesövergripande projekt och kan anpassas till olika åldersgrupper genom att justera krav och innehåll till en lämplig nivå. Då laborationerna kan göras olika svåra/fördjupade med varierande årskurser, så är denna laboration lämplig att följa eleven genom skoltiden med gradvisa fördjupningar för att synliggöra progressionen.

Östersjön – ett spännande ekosystem i ständig förändring

Denna laboration ger en sammanfattning om hur elever (även i yngre åldrar) kan arbeta med en öppen/halvöppen laboration rörande salthalter och mätningar av salinitet. Övningen kan hjälpa eleverna att få förståelse för vårt grannhav som står inför stora ekologiska förändringar. Uppgiften utgår från ett formativt arbetssätt och ger exempel på självvärderingsövningar, checklistor och annat. Texten utgår från kemiämnets perspektiv – men fungerar bra som grund för ämnesövergripande projekt.

Frågeställning:

"Vilket vatten är saltast; Östersjövatten, koksaltlösning (för linser) eller kranvatten? Vad tror du salthalterna har för påverkan och betydelse för vår ekologi och vår hälsa?"

Denna fråga har en öppen karaktär och ger eleverna möjlighet att fundera över undersökningsmetoder, planering, dokumentation och analys. De får även chans att sätta in kunskapen i ett större perspektiv (hälsa och miljö). Innan försöket bör eleverna (i äldre åldrar) ha gått igenom olika former av kemisk bindning (som jonbindning och kovalent bindning), samt diskuterat olika metoder som kan användas för att identifiera och kvantifiera salter i lösningar, så som fällningsreaktioner, titreringar, masspektrometri och andra spektrofotometriska metoder (de senare två exemplen passar gymnasiet). Eleverna (även i yngre åldrar) bör ha indunstat och mätt vikt på olika salter och jämfört dessa mellan olika salter. Äldre elever kan använda de erhållna måtten för att (utifrån ett periodiskt system) kunna göra enkla stökiometriska beräkningar rörande mol/molmassa/massa. Utöver detta kan ett ekologiskt perspektiv på Östersjöns organismer storlek, diversitet och antal (i jämförelse med andra hav) diskuteras. Detta kan alla elever, oavsett ålder, diskutera – anpassat av läraren för målgruppen.

Eleverna ska själva planera laborationen och välja metod, utrustning och kemikalier (som självklart godkänns av läraren innan start). Eleverna kan ges någon form av bakgrundstext (vilket ni kan se exempel på under nästa rubrik) – men självklart kan det (i alla fall bland äldre elever) ingå i uppgiften att själva söka bakgrundsfakta. T ex kan de skriva **inledningen** innan de utför laborationen, innehållande kortfattade tankar runt planering, bakgrundsfakta, ett syfte/frågeställning och en kort beskrivning av metoden och hur valet av metoden gick till. Dessa aspekter av inledningen kan sedan bedömas/studeras av läraren så att formativ feedback kan ges till respektive elevgrupp inför de fortsätter med laborationen.

Bakgrundsinformation:

Här finner ni exempel på vilken typ av information som kan delges eleverna innan de börjar planera sin laboration. Självklart anpassas detta av läraren efter vilken årskurs av elever som arbetar med projektet. Det kan gärna ingå information som inte är relevanta för övningen så att eleverna får öva sig att ta ut det viktigaste, samt reflektera över vad övningen egentligen går ut på och vilket målet och syftet är.

”Allt vatten i hav, sjöar och vattendrag innehåller salter, främst natriumklorid (NaCl), men också mindre mängder av salter innehållande svavel, magnesium, kalcium och kalium. Salthalten mäts i psu (practical salinity units). Havsvatten har ca 35 psu, medan halter < 30 psu räknas som bräckt vatten. Västkusten har ca 25 psu, vid de danska sunden och Öresund kan man mäta 10-20 psu, medan Egentliga Östersjön har ca 7 psu och vid Haparanda (Bottenviken) och St. Petersburg är den så låg som 2-3 psu. Tabellen nedan visar typiska koncentrationer av joner i havsvatten”

Joner:	g/kg:
Klorid (Cl ⁻)	19,345
Natrium (Na ⁺)	10,752
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	2,701
Magnesium (Mg ²⁺)	1,295
Kalcium (Ca ²⁺)	0,416
Kalium (K ⁺)	0,390
Vätekarbonat (HCO ₃ ⁻)	0,145

Bromid (Br ⁻)	0,066
Borat (BO ₃ ³⁻)	0,027
Strontium (Sr ²⁺)	0,013
Fluorid (F)	0,001

”Östersjön är ett unikt hav på grund av den låga salthalten, man kallar att vattnet är bräckt. Den låga salthalten gör att det finns få arter av växter och djur som är synliga för blotta ögat. T ex är blåmusslor bara en fjärdedel så stora som i andra hav med högre salthalt. En annan faktor som är unik för Östersjön är dess tjocka istäcke på vintern, vilket kan uppgå till ca 25 meters djup i de norra delarna. Detta gör att det är det förkommer mer årliga växter än fleråriga, då det är svårt att överleva istäcket. Istäcket i sig har annars en viktig funktion för sälar som kräver istäcket för sin parningsperiod.

Östersjön är ett havsekosystem som, likt många andra, är starkt påverkat av människan, bland annat genom jordbruket och fisket. Problem som uppmärksammas särskilt under senare decennier är övergödning och miljögifter, t ex hormoner från läkemedel och antibiotika som använts t ex i jordbruket. Östersjön är ett grunt och bräckt hav med låg vattenomsättning och ett fåtal arter, vilket gör det till ett särskilt känsligt ekosystem. Dessutom tar det ca 35 år för allt vatten att bytas ut på grund av den extremt smala och grunda utflödet till nordhavet. Detta bidrar ytterligare till känsligheten hos ekosystemen. Utöver detta så medför de låga temperaturerna till att kontaminerande produkter och föroreningar ackumuleras och lagras lång tid i sedimenten, liksom hos djur och växter. De marina organismer som finns i Östersjön är tåliga söt-respektive saltvattensorganismer, det finns inga egentliga brackvattenorganismer. Intressant är att antalet marina arter är mycket högre på västkusten än på östkusten.”

Lärarens uppgift:

Lärarens uppgift:

1. Vad ska eleven inhämta för kunskaper genom denna uppgift och vilka förmågor är viktiga att öva? Lista viktiga begrepp, viktiga laborativa metoder, etc, som du vill att eleverna ska ha med sig för att kunna planera den egna laborationen.
2. Tipsa gärna eleverna om att göra en egen ordlista med nya begrepp – den kan komma till användning under hela kursen! Ge som lärare även feedback på denna ordlista för att undvika missförstånd...
3. Gör en matris (3 gradig skala – behöver inte vara betyg utan kan vara andra kvalitetsnivåer) över aspekterna planering, bakgrundsfakta, frågeställning och metodbeskrivning med utgångspunkt på vilka centrala begrepp och förmågor du som lärare vill ha med från Skolverkes riktlinjer. Vad är viktigt att ha med från elevens perspektiv? Vad kan det vara aspekter/områden som eleverna kan missförstå och ha problem med? Vilka nyanser kan det finnas i kvalitet hos elevtexterna? Hur kan elevexempel på olika nivåer se ut?
4. Gör en enkel checklista (se exempel nedan) där eleverna snabbt och enkelt kan se om de har med allt och har tänkt på det viktigaste.
5. Läs och bedöm texterna nedan enligt er egen matris. Fungerade matrisen? Vad skulle kunna förtydligas i matrisen och/eller i informationen till eleverna?

6. Vad skulle ni ge för skriftlig feedback på respektive text? Hur ser ni till att feedbacken leder eleverna framåt? Kan ni t ex skiva frågor som utmanar eleverna?
7. Hur skulle uppgiften kunna kamratbedömas, respektive självbedömas (se exempel på självvärdering nedan)?
8. Hur kan ni ge eleverna chans att revidera sina laborationsplaner? Ska de göra om texten, laborationen eller kanske en liknande uppgift? Hur planerar ni in tid för detta?

Checklista för läraren (exempel):

Här följer ett utdrag ur en checklista för lärare. Andra underrubriker kan användas, eller läggas till. Exemplet är anpassat för högstadiet/gymnasiet och måste därmed anpassas till den årskurs undervisningen sker på. Men mallen kan fungera i alla åldrar – justerad till för årskursen lämpliga begrepp, metoder och förmågor.

Olika steg i laborationen:	Viktiga begrepp:	Viktiga metoder	Aktuella "förmågor"/aktiviteter:
Bakgrundsfakta	Jon Sammansatt jon Fällning Lågfärg Ekosystem pH försurning övergödning miljökonsekvenser	pH-mätning Indunstning Volymmätning Viktmätning	Faktasökning Kritiskt tänkande Källkritik Skilja på vetenskap/ icke-vetenskap Helhetsperspektiv och analys – miljö och ekologi Sätta in laborationen i ett sammanhang
Planering	Flödesschema Namn på relevant utrustning (så som mätkolv och pH-meter)	Beräkning (miniräknare)	Övergripande förståelse över en laborations alla steg och vilken betydelse respektive steg har Kännedom om laborationssalen Förmåga att välja rätt utrustning och metoder Förmåga att välja rätt kemikalier Säkerhetsperspektiv Tidsperspektiv
Genomförande	Namnet på de valda materialen och utrustningarna Metodernas namn	De metoder som valts, t ex pH-mätning eller koncentrationsbestämning	Säkerhetstänkande Delaktighet i varje steg av laborationen (alla i gruppen ska kunna genomföra och förklara varje individuellt steg)
Etc...			

Exempel på elevsvar:

Utifrån de autentiska elevsvar (hämtade från högstadium/gymnasium) ni ser nedan kan ni se vad eleverna kan ha problem med – vad som kan vara avgörande eller viktiga steg/faktorer för lärande. Ni kan också ha dessa som utgångspunkt för diskussion lärare emellan över vilka typer av laborationer ni kan tipsa eleverna om.

Eleve exempel - Inledning (grupp 1):

”Vatten är i naturen bestående av mer än vattenmolekylen. Det kan vara salter och joner eller avfall av olika slag. Vi har gått igenom lite olika sätt att titta på salt, t ex att avdunsta vattnet så att saltet blir kvar så man kan väga det eller genom att använda en fällningsreaktion. I en fällningsreaktion så reagerar kloridjoner med silverjoner till ett svårslösligt salt (AgCl) som faller till botten. Detta syns som en vit dimma. Man kallar det att silverjoner är reagens för kloridjoner. Det finns så klart massa andra salter och joner i vatten – men då måste man först hitta något ämne som är reagens med dem, vilket det finns tabeller för. Vi tänker testa lite sådana metoder och se vad vi får. Hur vi ska veta vilket vatten som är saltast gör vi genom att mäta vikten på fällningarna. Kanske måste vi räkna lite eftersom molmassorna för olika ämnen är olika...? Salt är i alla fall jonföreningar som består av en + jon och en – jon som binder varandra med jonbindning. I en jonförening ha en atom tagit en/flera elektroner och blivit –laddad eller så har en atom blivit av med elektroner och blivit + laddad. Vi tror att linsvätskan kommer att vara saltast då Östersjövatten är ett ganska sött vatten.”

Eleve exempel - Inledning (grupp 2):

”Denna undersökning ska testa saliniteten hos olika lösningar. Vi vet att koksaltlösningen endast består av joner av saltet NaCl . De andra två lösningarna kan innehålla olika joner och salter. För att kunna jämföra bör vi därför endast fokusera oss på att titta på just skillnaden i halten NaCl . Vi har lärt oss att vi kan avdunsta vattnet och få kvar saltet i fast form. Detta ger oss en massa som ger ett mått på innehållet. Denna metod funkar bara för koksaltlösningen för de andra lösningarnas torrsvikt kan vara en blandning av allt möjligt (alltså olika salter). Hur ska vi då mäta kranvatten och Östersjövatten? Jo, vi vet att kloridjonen i saltet NaCl reagerar med silverjoner och bildar en fällning. Denna fällning kan man filtrera fram och sedan väga. Då borde massorna NaCl mellan de olika lösningarna kunna jämföras. Vi tror att Östersjövattnet är saltast då det smakar saltare på tungan. Sedan följer koksaltlösningen och sist kranvattnet. Om man vill hitta andra joner och salter måste andra metoder användas. Vi vet t ex att det finns andra ämnen som reagerar med varandra för att ge fällning, vilket vi kan avläsa i en tabell i vår lärobok – men detta sparar vi till en annan undersökning. Det är bra att kunna mäta salthalter, t ex i akvarier så att inte fiskarna dör av för hög eller låg salthalt – eller i blodet på oss människor. Det finns till och med dem som har dött av för hög salthalt i blodet (eller druckit för mycket vatten och blivit för ”utspädda” i saltet).”

Eleve exempel - Inledning (grupp 3):

”Salter är jonföreningar som består av en + och en – jon som sitter ihop med en jonbindning. Vi ska jämföra tre olika lösningar som tros innehålla salt i olika grad. Salt kopplas oftast ihop med koksalt som egentligen heter natriumklorid. Det är vad som finns i den saltlösning som heter koksaltlösning (för lins) – en av lösningarna vi ska testa. De andra lösningarna kan bestå av lite av varje och blir därför svårare att testa. Vi kommer att använda oss av avdunstningsmetoden vilket betyder att vattnet torkas bort så att saltet finns kvar. När vi har alla massor kan vi jämföra vikten på en viss

bestämd volym av vattnet av varje sort. Sedan kan man reagera med joner som passar bättre ihop. Det beror på att de har stor skillnad i elektronegativitet, och är något som det finns tabellvärden på. Då dras dessa joner liksom närmre varandra i bindningen och det ger ett extra hårt salt, en fällning. Vi hämtar information om dessa "favoritpartners" bland olika joner i tabellen i boken. Salthalt påverkar osmosen i kroppen så därför är det jätteviktigt att kunna mäta salthalten. Vi har stött på att någon dött av kaliumförgiftning. Uttorkning om man är i en öken kan kanske också sägas vara en överdos av salt. I riktiga världen (utanför vårt labb) så testar man inte som vi gör utan då har man dyr och avancerad utrustning som mäter alla joner samtidigt – detta kallas masspektrometri. För att vi ska kunna bli mer exakta med våra enkla metoder så måste vi räkna med molmassor och sådant eftersom olika salter har olika molmassa. Kanske kan vi kombinera olika fällningsreaktioner och titreringar för att separera joner så att vi kan fälla ut dem med ovan nämnda reaktanter."

Checklistor för eleverna:

Planering:	Ja/Nej:
Jag har med en planering som sträcker sig från teori till genomförande?	
Jag har planerat för vilka metoder som ska användas och vilken säkerhet jag måste tänka på?	
Jag har planerat för hur jag ska observera och dokumentera mitt experiment?	
Jag har tänkt ut alternativa planer om något går fel?	
Jag inkluderar alla i gruppen i planering och genomförande?	

Bakgrund:	Ja/Nej:
Jag har hämtat min information från säkra källor (gärna flera olika)?	
Jag har angett varifrån jag hämtat informationen?	
Jag har skrivit med egna ord?	
Jag använder naturvetenskapliga begrepp och förklarar dessa?	
Jag har endast skrivit om det som är viktigt för laborationen?	

Frågeställning:	Ja/Nej:
Jag har en tydlig frågeställning som är lätt att besvara och följa upp i slutet av laborationen?	
Jag har betonat syfte med experimentet? T ex varför kan det vara viktigt/intressant att studera just detta?	
Jag bygger min frågeställning och mitt syfte på naturvetenskapliga fakta och teorier?	

Metod:	Ja/Nej:
Jag har tänkt igenom rimligheten i min metod? Testar laborationen det jag vill testa (dvs en laborativ, kvantitativ, jämförande analys av salthalter i olika lösningar)?	
Jag har tänkt över möjligheten att utföra metoden med de kemikalier och den utrustning som finns i skolan?	
Jag har reflekterat över säkerhet före, under och efter försöket?	
Jag bidrar till att alla gruppmedlemmar är delaktiga i alla moment och att alla har insikt i planering, genomförande och analys?	
Jag har tänkt igenom, diskuterat t ex läroboken och internet efter alternativa metoder?	

Jag har gjort ett flödesschema för att underlätta laborationen – och vilken min lärare har godkänt?	
---	--

Exempel på självvärdering:

Påstående:	Ja:	Nej:	Nej, men jag vet hur jag ska ta reda på det:
Jag vet vad en jonbindning är och hur den uppstår			
Jag kan separera salt från vatten			
Jag vet vad svårslösligt salt och fällning är och kan använda dessa för att identifiera vissa joner			
Jag vet hur man skulle kunna kombinera titrering med fällning för att identifiera och kvantifiera joner			
Jag kan reflektera över salthalter i olika miljöer och lösningar och sätta in dessa tankar i ett ekologiskt perspektiv			
Jag kan reflektera runt salthaltens betydelse för vår kropp och hälsa			
Jag kan ge exempel på någon annan analytisk metod för att studera salter			

Tips på laborationer eleverna kan inkludera i sin planering:

Här finns tips på olika laborationer som eleverna kan öva på innan de planerar och genomför sin egna laboration.

Eleverna kan välja att:

Avdunsta vatten från saltlösningen genom att lägga ett filterpapper på botten av en kristallisationskål. När vattnet avdunstar vägs filterpappret (dra bort vikten för filterpappret) = saltets vikt. Jämför vikten på saltet från de tre olika lösningarna. Kan kombineras med beräkningar av substansmängd.

Testa vilken lösning som **leder ström** bäst? Testa med en ledningsförmågemätare = konduktivimeter. Vad i vatten gör att det leder ström? Borde det vara någon skillnad mellan dessa tre lösningar? (Mer specifik och utförlig beskrivning finns på www.krc.su.se, under undervisning/laborationer)

Testa att identifiera metalljoner med **långfärg**. Olika metalljoner har olika färg på lågan, t ex Na⁺ är gul och Cu²⁺ är grön. Kräver att eleverna först avdunstat vattnet. (Mer specifik och utförlig beskrivning finns på www.krc.su.se, under undervisning/laborationer)

Fällningsreaktioner kan användas för att identifiera och kvantifiera joner i lösning. T ex kan silverjoner (Ag⁺) användas som reagens på kloridjoner, och bariumjoner (Ba²⁺) som reagens på sulfatjoner (SO₄²⁻). Fällningarna kan sedan vägas och användas som utgångspunkt till beräkningar av t ex substansmängd.

Punkt 3 och 4 ovan kan ha av betydelse som förslag om eleverna vill studera andra salter än natriumklorid som kan ingå i de tre lösningarna.

Titrering kan användas för att tydligare kvantifiera halten av saltet. T ex kan vi beräkna halten av NaCl i våra okända lösningar genom att använda silvernitrat (AgCl, av känd koncentration) som titrator och kaliumkromat (K₂CrO₄) som indikator. Den okända NaCl-lösningen (av känd volym) placeras i en bägare till vilken silvernitrat droppas via en byrett. Som indikator i saltlösningen finns kaliumkromat som är gul till färgen. Silverjonerna i titratorn och kloridjonerna i lösningen i bägaren reagerar och bildar en vit fällning av silverklorid (AgCl). När alla kloridjoner har reagerat kommer färgen på indikatorn att slå om till röd/rödbrun. Detta sker därför att silverjoner också jag bilda en fällning med kromatjonen (CrO₄⁻) till silverkromat (AgCrO₄). Detta salt är dock mer lösligt än silverklorid (AgCl) så dessa kan först bildas då alla kloridjonerna är slut. De erhållna värdena (volymerna) tillsammans med konskapen om titratorns koncentration, ger all nödvändig information för att beräkna halten kloridjoner i ursprungslösningen.

Osmos – vad händer med celler (t ex rödlökceller som inte behöver infärgas för att vara tydliga i mikroskop) då läggs i lösningar med olika salthalter. De kommer antingen vara opåverkade eller svälla/krympa? Varför? Hur påverkar det oss människor?

Ekologiskt perspektiv kan eleverna studera genom jämföra storleken på olika havsorganismer från olika hav, t ex blåmusslor från Östersjön jämfört med från Atlanten eller Stilla Havet (kan göras via internet).

Utvärdering (av undervisningen):

Efter avslutat moment är det bra att utvärdera huruvida elevernas lärande ökat, samt identifiera arbetssättets styrkor och utvecklingsmöjligheter.

Utvärdering av öppen laboration; "Östersjön och salthalt"	Ja/Nej:
1. Gav uppgiften de resultat och det lärande som du väntat?	
2. Vilka begrepp var viktigast för att få en generell förståelse för ämnesområdet? Fick eleverna med sig kunskap om dessa?	
3. Vilka laborativa metoder var viktigast att få en generell förståelse för? Fick eleverna med sig kunskap och praktisk övning av dessa?	
4. Kunde alla betygsnivåer uppnås genom uppgiften?	
5. Vilka steg var kritiska för elevernas lärande?	
6. Var det något moment, någon teori eller metod som flera elever hade problem med? I så fall – vad skulle det kunna finnas för utvecklingsområden på undervisningen för att överkomma dessa problem?	
7. Vad tar du främst med dig till nästa moment?	



Utforma öppna laborationer med Bioinformatiska hemsidor

Bekanta er med olika bioinformatiska hemsidor som kan användas av så väl forskare, som av dem som är intresserade av gener, proteiner, släktskap och proteinstrukturer. Med hjälp av olika förslagen på övningar ni finner nedan, kan ni få en förståelse för hur dessa sidor fungerar, så att ni sedan kan skapa egna **öppna laborationer** därifrån. Övningarna är fokuserade på proteinsekvenser – men motsvarande sökmöjligheter finns för DNA/RNA-sekvenser. Ni kan testa vad ni kan skulle kunna använda dessa sidor till i er undervisning – genom att pröva er fram med några allmänna instruktioner. Det finns många olika hemsidor som kan användas för bioinformatiska undersökningar – och de flesta är gratis – men övningarna fokuserar på 4 olika som ni får testa på KRC:s Informationsbrev 72 (www.krc.su.se).

”Uniprot”

Denna hemsida kan ni använda för att söka sekvenser för olika kända proteiner och jämföra mellan olika organismer.

1. Gå in på www.uniprot.org
2. Välj ut ett protein och gärna något som kan tänkas finnas hos flera olika organismer. Ni kan t ex använda ett enzym inblandat i replikationen som ”helikas” eller ett enzym inblandat i glykolysen som ”hexokinas”.
3. Skriv namnet på enzymet i sökrutan. Obs – tänk på att skriva på engelska!
4. Ni kommer nu få upp en lista med förslag på olika varianter av enzymet (t ex från olika organismer). Organismernas namn står på latin i kolumnen näst längst till höger.
5. Välj ut några enzym som har exakt samma namn (under ”Protein names”) från några olika organismer genom att klicka i rutorna längst till vänster.
6. Klicka sedan på ”Align”, vilket innebär att datorn kommer jämföra sekvenserna från de olika enzymvarianterna från de olika organismerna. Nu ser ni sekvenserna (aminosyra-sekvenserna) för respektive enzym under varandra och ni har möjlighet att göra vissa jämförelser.
7. Ni kan t ex, genom att klicka under ”Highlight”-kolumnen längst till vänster, välja att belysa och jämföra olika aminosyraegenskaper - så som om de är hydrofoba eller aromatiska. Eller så kan ni identifiera var det ”aktiva stället” sitter där enzymet binder sitt substrat eller andra co-enzym, eller om/var det sker en eventuell metallbindning. Egenskaperna kommer att synas genom markeringar i olika färger. Testa er fram och välj olika egenskaper!
8. För att jämföra släktskap kan ni sedan välja att klicka i ”Tree” under rubriken ”Display” längst till vänster, högt upp. Ni kommer då se ett litet fylogenetiskt träd som visar släktskap. Vid trädens grenar står olika koder, så som P4806, vilket är koden för den proteinsekvens grenen representerar, samt namnet på organismen (på engelska)
9. Testa gärna även andra applikationer på sidan!

”Gene3D”

På denna sida kan ni bland annat studera gener och de proteiner de ger upphov till, samt hitta bakgrundsinformation om proteinet (t ex funktion, domäner eller mutationer).

1. Gå in på gene3d.biochem.ucl.ac.uk
2. Klicka på ”Search by sequence” under rubriken ”Protein sequence”
3. Välj ett enzym som finns hos alla organismer (likt uppgiften ovan – fast gärna något annat) och skriv in det i sökrutan och klicka på ”Get results”
4. Välj därefter en organism genom att klicka på ”Click here” under rubriken ”Retrieve protein”
5. Ni kan sedan läsa av olika egenskaper, bland annat;
 - a. Om proteinet har flera domäner och hur/var de är
 - b. Hur proteinsekvensen ser ut
 - c. Vilka post-transkriptionella modifikationer som behövs göra för att proteinet ska fungera

- d. Vilka vanliga mutationer som kan uppstå
 - e. Vilka troliga funktioner (ännu inte helt bestämda) proteinet kan ha
 - f. Vilka kända funktioner proteinet har
 - g. Vilka organismer som har protein med samma multidomänarkitektur (MDA) som ert valda protein
6. Som namnet på sidan tyder på kan ni även använda denna hemsida för att studera gener och DNA sekvenser. Ni kan då gå in under rubriken "Genome".
 7. Under denna rubrik kan ni, i sökrutan, sätta in namnet på en organism ni vill studera eller namnet på en gen. Ett annat alternativ, som kan vara spännande för elever, är att klicka på "See all genomes" som står strax över till höger om sökrutan. Då dyker alla kända genom upp arrangerade efter organismernas namn på latin.
 8. Välj en organism genom att klicka på dess namn. Nu får ni tillgång till information om denna organsims genom. Ni kan t ex längre ned på sidan se vilka domäner generna som har hittats tillhör. Vill ni veta mer om dessa domäner (t ex i vilka andra organismer dessa domäner finns hos) kan ni klicka på det nummer som står under rubriken "Domain family"
 9. Klicka er gärna fram och testa vad det kan finnas för andra applikationer på sidan!

"RCSB"

Denna hemsida har utvecklats av "Research Collaboratory for Structural Bioinformatics" (RCSB) för att underlätta bioinformatiska studier. De ger oss gratis tillgång till all information om proteiner genom deras "Protein Data Bank" (PDB). Sidan har många applikationer från att studera och jämföra sekvenser, till att studera och vrida på molekyler och se deras strukturella uppbyggnad.

1. Gå in på www.rcsb.org
2. Skriv in namnet på den molekyl (välj ett protein i denna övning, t ex laktas) som du vill studera i sökrutan. Tänk på att skriva på engelska! Du kan även söka på den "kod" som varje protein har fått sig tilldelad (kallad PDB-id) om du känner till denna. Denna kod har ni säkert sett i övningarna ovan!
3. Välj därefter den variant av enzymet (eller molekylen) du vill gå vidare med. Detta kan du göra med basis på stavningen (under rubriken "PDP text") eller på molekylen namn (under "Molecule name")
4. Därefter får du upp olika rubriker som du kan använda för att begränsa din sökning, t ex efter vilken experimentell metod som sekvensen och strukturen hos proteinet kom fram. Ett annat alternativ är att läsa av den information som står under varje huvudrubrik för att få en bild av;
 - a. I vilka organismer detta enzym finns
 - b. Vilket år sekvensen/strukturen blev bestämd
 - c. Taxonomisk utbredning
 - d. Polymertyp
 - e. Proteinsymmetri och stökiometri (klicka gärna på dessa för att se vad detta innebär)
5. Längre ned på sidan finner ni en lista över de olika proteinvarianterna som har identifierats. Dessa skiljer sig t ex med avseende på när de hittats, i vilken organism, eller med vilken noggrannhet de har bestämts. Välj en variant genom att klicka den blåmarkerade rubriken.

6. Nu kommer ni till en sida med mer information om ert valda proteinvariant, t ex med referenser till en vetenskaplig artikel som beskriver proteinet. Ni kan även läsa t ex om vilka ligander som binder till proteiner, eller vilka domäner proteinet består av
7. I det nedre vänstra hörnet av bilden kan ni klicka på "3D view". Efter en liten väntetid (ha tålmod!) så kommer strukturbilden kunna ses i 3D. Genom att föra pilen över molekylerna så kan ni vrida på den och studera den från olika vinklar. Ni kan även använda "Select orientation" för att röra molekylerna.
8. Under "Select display mode" kan ni välja att titta på subenheter, symmetri etc. Om ni klickar på "Custom view" kan ni även se strukturen på olika sätt. Ni kan t ex välja "Ball and stick" för att se atomerna, eller så kan ni välja att H-bindningarna eller S-bindningarna syns, etc. Klicka er fram och upptäck alla sätt ni kan utforska ditt valda protein!
9. Under flikarna (blå) högre upp på sidan kan ni läsa mer om ert valda protein. Under fliken "Biol & Chem" kan ni t ex få en grundlig genomgång av terminologin runt proteinets cellulära och molekylära funktioner. Under "Literature" kan ni få tips på vetenskapliga artiklar kopplade till proteinet. "Methods" beskriver hur strukturen av proteinet har bestämts, medan "Sequence" ger en grafisk bild av strukturen (primär och sekundär) och de färgglada strukturerna finns förklarade under bilden.

"Genome3d"

På denna hemsida kan ni söka efter DNA/RNA eller proteinsekvenser. Du kan även söka utifrån organism eller kanske utifrån ett virus, t ex HIV eller ebola.

1. Gå till www.genome3d.eu/search
2. Skriv in det ni vill söka på, t ex ett protein
3. Ni får då fram en lista på varianter av ert protein. Välj en variant, t ex från någon bakterie genom att klicka på den blåmarkerade "Gene" koden
4. Ni ser nu information om ert valda protein, så som vilka domäner det består av eller vilken 3D-struktur det antas ha. För att kunna se 3D-strukturen så måste ni markera proteinets olika delar, genom att klicka på de gråfärgade "pinnarna" under rubriken "Predicted 3D structure".
5. I rutan under markeringarna, klicka på "View selected 3D structures" så ser ni respektive dels struktur. Med pilar kan ni styra bilden så att ni kan se strukturen från olika håll. Obs – markera/välj bara en (ibland två) domän i taget för att kunna se 3D-strukturen!
6. Testa gärna vilka andra applikationer ni kan finna på denna hemsida!

Tips på länkar inom bioinformatik

- http://www.nbic.nl/uploads/media/NAVIGENE_EN.pdf = beskriver och förklarar bioinformatik och ger förslag på uppgifter på engelska
- <http://web.expasy.org/translate/> = översätter gensekvens till proteinsekvens
- <http://www.canoz.com/sdh/chgpdbooccupancy.pl> = ändra atom och se vad som händer...
- <http://jrbiotek.com/for-secondary-schools/> = information om gener och laborationer (på engelska)
- <http://www.proteinstructures.com/> = läs mer om proteinstrukturer och bioinformatik (på engelska)

Referenser;

- Ainsworth S (2014) "Drawing to learn: implications for chemistry education", 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland
- Akaygun S (2014) "chemistry: seeing, thinking, creating". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland
- Alberts B (2009) Restoring science to science education. Issues in Science and Technology, Summer 2009, 77-80. University of Texas, Dallas
- Allen JP, Pianta RC, Gregory A, Mikami AY, Lun J (2011) "An interaction-based approach to enhancing secondary school instruction and student achievement", Science 333 (6045); 1034-1037
- Almlund, M., Duckworth, A. L., Heckman, J., & Kautz, T. (2011, January) "Personality psychology and Economics", Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, <http://www.nber.org/papers/w16822.pdf>
- Anderhag P et al. (2012) "Students choice of post-compulsory Science: In search of Schools that compensate for the socio-economic background of their students", International Journal of Science Education
- Ben-Zvi N och Genut S (2007) Uses and limitations of scientific models: the periodic table as an inductive tool. Int J of Science Education, 20(3): 351-360
- Black and Wiliam (2009) "Developing the theory of formative assessment", Educational Assessment, Evaluation and Accountability 21(1): 5-31
- Blonder R och Rap S (2014) "Learning chemistry on social networks". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland
- Bolte C, Streller S, Hofstein A (2013) How to motivate students and raise their interest in chemistry education. In I Eilks och A Hofstein (EDS) Theacing chemistry – a study book. Pp 67-95. Rotterdam, Sense Publisher
- Brito A, Rodriguez MA, Niaz M 2005, A reconstruction of the development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks, J of Res. In Science Teaching 42(1): 84-111
- Broman K och Parchman I (2014) "Upper secondary students application of content knowledge when solving context-based chemistry problems". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland
- Buckley BC och Quellmalz ES (2013) "Supporting and assessing complex biology learning with computer-based simulations and representations", Models and Modeling in Science Education
- Cakci Y och Bayir E (2012) "Developing Children's Views of the Nature of Science Through Role Play", International Journal of Science Education
- Camacho M (2014) " Authentic/alternative assessment in chemistry/ science education V: the effect of the auto quiz on the achievement of science college students". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland
- Chalouhi GE, Salomon LJ, Fontanges M, Althuser M, Haddad G, Scemama O, Chabot JM, Duyme M, Fries N (2013), J Ultrasound Med, Sep;32(9):1601-5

Charistos ND, Palassopoulou M och Sigalas MP (2014) "Teaching structural biochemistry using Jmol based interactive molecular visualization material and protein data bank". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Cheng KM (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Childs PE (2014) "Curriculum developments in chemistry – past, present and future". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Child PE och Ryan M (2014) "Language in science project (LiSP)". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Christensson C (2014) "My product from home- a didactic approach to motivate upper secondary school students to learn chemistry". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Cunha F, Heckman J (2010) Investing in our young people. In Reynolds et al. (red) Childhood programs and practices in the first decade of life. Cambridge University Press, NY

Cordingley P (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Ctrnactova H, Smejkal P och Zamecnikova V (2014) "IBSE in and for science education in the framework of the ESTABLISH project – a case study". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Davidson M (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

De Jong O (2014) "Dutch chemistry teachers as stakeholders of context-based curriculum reform". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Dorion KR (2009) Science through drama: a multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. Int J of Science Education, 31(16): 2247-2270

Dreyer J, Hannay J, Lane R (2013), World Journal Surg, Oct 30

Duckworth A, Seligman M (2005) Self-dicipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. Psychological Science 16(12); 939-944

Eilks I (2014) "How to transform research on teaching and learning difficulties in chemistry education into feasible classroom practice". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Eklöf H (2010), "Skill and will: test-taking motivation and assessment quality", Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, Vol 17, No 4, November

Eldredge JD, Bear DG, Wayne SJ, Perea PP (2013), J Med Libr Assoc, Oct;101(4):244-51

Eriksson L (2014) "Methods for acid and bases instead of complicated mathematics". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Evans DJ, Zeun P, Stanier RA (2013), J Anat, Sep 30

Fatemeh K, Alavinia SM (2012), J Pak Med Assoc, 2012 Nov;62(11):1184-6

Finlayson OE, McLuoghlin E och McCabe D (2014) "Strategies for assessment of inquiry-based learning in Science (SAILS)". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Ferenchick GS, Solomon D, Foreback J, Towfiq B, Kavanaugh K, Warbasse L, Addison J, Chames F, Dandan A, Mohmand A (2013), *Teach Learn Med*, 25(4):292-9

Franklin WA (2000) *Inquiry based approaches to Science education, Theory and Practice*

Fuccia D, Witteck T, Markic S, Eilks I (2012) "Trends in practical work in German Science education", *Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu*, 8(1): 59-72

Galloway KW (2014) "PeerWise: student generated peer reviewed course content". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Giraoult I et al. (2012), "Characterizing the Experimental Procedure in Science Laboratories: A preliminary step towards students experimental design", *International Journal of Science education*

Gkitzia V, Salta K, Tzougaki C (2014) "Student-generated submicroscopic and symbolic representations: evaluating their conceptual knowledge and highlighting their perceptions". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Goedhart MJ (2014) "xt in textbooks after the introduction of a context-based chemistry curriculum in the netherlands". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Goleman D (1996) "Emotionell intelligens – Why it can matter more than IQ", London Bloomsbury Publishing

Grönqvist E, Vlachos J (2008) "Hur lärares förmågor påverkar elevernas studieresultat", Rapport 2008:25, IFAU, Institutet för arbetsmarknadspolitisk utvärdering

Halliday, M.A.K. (2006). "The language of science", Jonathan Webster (ed.), Continuum International Publishing

Hansushek och Woessman (2010), "The high cost of low educational performance: the long-run impact of improving PISA outcomes. Paris, France: organization for economic co-operation and development

Herraez A (2006) *Biomolecules in the computer: Jmol to the rescue*, *Biochem Educ* 34:255-261

Holme TA och Luxford CJ (2014) "Perception of instruction on the nature of measuring conceptual understanding in chemistry". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Holmström Lotta (2014), *Lärarnas tidning*, 13/6-14

Janiuk RM (2014) "Teachers collaboration with universities in international projects – a case study related to the PROFILES project". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Jidesjö A (2012) "En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle – Innehåll, medierna och utbildningens funktion", *Avhandling, Linköpings universitet*

<http://www.skolverket.se/skolutveckling/amnesutveckling/nt/2.338/rose-anders-jidesjo-1.82531>

Jorde D (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Jönsson A (2010) *Lärande bedömning*, Gleerups förlag, Malmö

Jönsson, A. (2011). Att bedöma förmågan att genomföra systematiska undersökningar i kemi. I L. Lindström, V. Lindberg & A. Pettersson (Red.), *Pedagogisk bedömning, 2:a uppl.* (sid. 217-231). Stockholm: Stockholms universitets förlag.

Jönsson A, Ekborg M, Lindahl B och Löfgren L (2013) "Bedömning i NO - grundskolans tidiga år", Gleerup

Kahl (2005) "Where in the world are formative tests? Right under your nose!", *Education Week*, 25; 38

Kallweit I och Melle I (2014) "Effects of selv-evaluation on students achievements in chemistry education". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Katchevich D et al. (2014) "TEMI project: from situational to personal interest". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Keefer M et al. (2013) "The importance of formative assessment in Science and engineering ethics education: some evidence and practical advice", *Science and Engeneering Ethics*

Kennedy D (2012) "Practical work in Irland: a time of reform and depate", *Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu*, 8(1): 21-34

Kidman G (2012) "Australia at the crossroads: a review och school science practical work", *Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu*, 8(1): 35-47

Kozma RB, Russel J (2005) Students becoming chemists: developing representational competence. In JK Gilbert (ed) *Visualization in science education*, Springer, pp 121-146

Krause M, Stuckey M och Eilks I (2014) "Designing learning environments with PREZI – an example on career orientation in chemistry education from the PROFILES project in Bremen". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Kuhn P, Weinberger C (2003) "Leadership Skills and Wages," University of California at Santa Barbara, Economics Working Paper Series qt50q3c9n1, Department of Economics, UC Santa Barbara

Levin HM (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Liberg Caroline (2014), DN-debatt, 2014-07-21

Lin H et al (2012) "The Role of Emotional Factors in Building Public Scientific Literacy and Engagement with Science", *International journal of Science education*

Lindberg V och Löfgren R (2011) Vad krävs för godkänt i kemi? Ur Eriksson I, red "Kemiundervisning, text och textbruk i finlandssvenska och svenska skolor – en komperativ tvärvetenskaplig studie". Stockholms universitets förlag

Lundahl C (2011) "Bedömning för lärande"

Mamlök-Naaman R, Barnea (2012) "Laboratory activities in Israel", *Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu*, 8(1): 49-57

Mamlök-Naaman R, Fortus D och Hofstein A (2014) "An inquiry approach to teaching chemistry as reflected in TEMI". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Markic S (2012) Lesson plans for student language heterogeneity while learning Science. In S Markic et al. (eds) *Heterogeneity and cultural diversity in Science education and Science education research*. Pp 41-52, Aachen,

Shaker

National Academies Keck Future Initiative (2013) "The informed brain in a digital world: Interdisciplinary team summaries", Washington (DC): National Academies Press (US); 2013 May

Nikula A et al. (2014) "Ipad in chemistry education". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Nilsson M (2011), 360framsteg, Skolporten, augusti 2011

Nilsson M (2013), Digital lärarhandledning för kemiböckerna Syntes 1 och 2, Gleerups förlag

Nilsson M, "Förslag på ett förbättringsorienterat arbetssätt med verklighetsnära kemi",
<http://www.krc.su.se/documents/VerklighetsbaseradkemiMN.pdf>

Nilsson M, "Laborationsförslag för att arbeta med salinitet (fokus Östersjön) ur ett formativt perspektiv (öppen laboration)", http://www.krc.su.se/documents/laborationer/Salthalt_oppen_laboration.pdf

Nilsson, Pernilla (2012) "When teaching makes a difference: Developing science teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) through Learning Study", International Journal of Science education (ISSN 0950-0693)

Online school; "Beyond standardized tests: How non-cognitive skills indicate college, career success (2014)
www.onlineschool.org/beyond-the-sat/

Osborne J (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Palmer DH (2009) Students interest generated during an inquiry skills lesson. J of Research in Science teaching, 46(2): 147-165

PISA - <http://www.oecd.org/pisa/>

Poropat A (2009) "A meta-analysis of the five-factor model of personality and academic performance", Psychological Bulletin, Vol 135, No 2: 322-338

Pugh CM, Darosa DA (2013), Mil Med, Oct;178(10 Suppl):22-7

Rannikmäe M (2014) "Implementing education through science as a philosophy to make chemistry education relevant to students: an optional course on "science-technology-society". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Richards T (2014) "Enhancing professional learning in chemistry education environments: an Australian perspective". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Read D (2014) "Ensuring real learning in the virtual learning environment: supporting active student engagement with video resources". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Ronkainen NJ (2014) "Course preparation assignments: a tool to enhance independent learning, increase participation and performance in chemistry courses". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Rowe KJ (2003) "The importance of teacher quality as a key determinant of students experiences and outcomes of schooling. ACER conference paper, Australia, November 2003

Sadler (1989) "Formative assessment and the design of instructional systems", Instructional Science, 18; 119-

Shury, J., Winterbotham, M., Davies, B., & Oldfield, K. (2010) "National employer skills survey for England", 2009: Key findings report, South Yorkshire: UK Commission for Employment and Skills

Sjöstad J (2012) "Sources of Inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education", International journal of Science education

Skolverket (2013) "Rapport över skillnaden mellan provresultat och kursbetyg i gymnasieskolan 2013", finns att ladda ner gratis på Skolverkets hemsida (www.skolverket.se)

Skolverket; Bedömningsaspekter, Stödmaterial, maj 2014, Finns att ladda ned från www.skolverket.se

Skolverket (2013) "Betydelsen av icke-kognitiva förmågor", Forskning mm om individuella faktorer bakom framgång. Finns att ladda ned gratis som pdf på www.skolverket.se

Skolverket (2014) Bedömningsaspekter. Finns att ladda ned gratis på www.skolverket.se

Smetana LK och Bell RL (2012) "Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature", International Journal of Science Education

Smith E, Gorard (2005) "Assessment in education: principles, policy and practice", Assessment in Education 12:1, 21-38

Songer NB och Ruiz-Primo M (2012) "Assessment and science education: Our essential new priority?", Journal of Research in Science Teaching

Sorgo A, Spornjak A (2011) "Practical work in Biology, Chemistry and Physics at lower secondary and general upper secondary schools in Slovenia", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 11-19

Spandorfer J, Puklus T, Rose V, Vahedi M, Collins L, Giordano C, Schmidt R, Braster C (2013), Anat Sci Educ, Aug 19

Strubbe K och Vanhoe H (2014) "Developing research competencies in the chemical classroom". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Strubbe K, D`Haese B, De Poorter J, Vanhoe H (2012) Research skills in the classroom. Practical guide for biology, chemistry and physics at secondary school. Ghent (Belgium), Academia Press

Tan OS (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

TIMMS - <http://timss.bc.edu/>

Timperley H (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Toczowski T och Ralle B (2014) "Complexity of learning and understanding in chemistry education – analysis and intervention using learning pathways". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Tolstrup H, Möller Madsen L, och Ulriksen L (2012) "To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme", International Journal of Science Education

Tomasek t (2009) Critical reading – using reading prompts to promote active engagement with text. Int J of Teaching and Learning in higher education, 21(1): 127-132

Toplis R, Allen M (2012) "I do and I understand? – practical work and laboratory use in United Kingdom schools", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 3-9

Tortosa M et al. (2014) "Real experiments to enhance chemistry competencies in secondary students". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Toth Z (2014) "Hungarian students' strategy and knowledge structure in solving simple stoichiometric problems". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Trudel L och Metiu A (2014) "Epistemological rupture in the discourse of high school teachers: the case of the atomic theories". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Tuysuz C (2009) Effect of the computer based game on pre-service teachers achievement, attitudes, metacognition and motivation in chemistry. Sc Res and Essay: 4 (8): 780-790

Tytler R (2014) föredrag ur "Teacher competence and the teaching profession", KVA och Wennergrensstiftelsen, 13 oktober, 2014

Urbanger M och Kometz A (2014) "Visualising chemistry – IT-based learning in chemistry education". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Vlacholia M, Salta K, Tzougraki C (2014) "Investigating heuristics and their differentiation during stoichiometry problem solving by students and teachers". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Vysotskaya E, Khrebtova S och Rekhtman I (2014) "Linking macro and micro through element cycle: design research approaches for introductory chemistry course for 6-7 grades". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Väljjärvi J (2014) "The success of the Finnish education in the light of PISA". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Wagner Locatelli S och Arroio A (2014) "Some contribution of metavisualization in chemical education a new field of research". 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Wang TL, Berlin D (2010) "Constructing and validation of an instrument to measure Taiwanese elementary students attitude toward their science class" International Journal of Science education, 02:2010

William D (2011) "What assessment can and cannot do", Pedagogiska Magasinet, sept 16, 2011

William D (2014) "Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes", Symposium "Toward a Theory of Classroom Assessment as the Regulation of Learning", American Educational Research Association, Philadelphia, April 2014

Whitman G (2014) "Assessment, choice and the learning brain", Edutopia, 2014-06-17

William D (2011) "Bryggan mellan undervisning och lärande", Pedagogiska Magasinet, September 2011

William D (2013) "The formative evaluation of teaching performance", INTE seminar, Mexiko, Sept 2013

William D (2014) "Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes", Symposium "Toward a Theory of Classroom Assessment as the Regulation of Learning", American Educational Research Association, Philadelphia, April 2014

Williamson VM (2014) "What is the research evidence for using visualization techniques in the chemistry classroom? How should these techniques be implemented?", 12th European Conf on Research in Chemistry education, ECRICE 2014, University of Jyväskylä, Finland

Whitman G (2014) Assessment, Choice, and the Learning brain, Edutopia, What works in education, June 17, 2014

Zhilin DM, Ahaladze RG (2014) "Sensitivity of different tests for different methods

Örstadius K (2014) "Därför kan PISA-testet vara missvisande", DN, 2014-07-21

Länkar och tips:

<http://www.larandebedomning.se/>

Detta är Anders Jönssons hemsida som ger flera tips på ett formativt arbetssätt, samt länkar till artiklar, forskningsrapporter och presentationer.

<http://www.bedomningforlarande.se/>

Detta är Christian Lundahls hemsida som liksom Anders Jönsson ger tips och praktiskt handledning för ett formativt arbetssätt.

<http://www.tema.liu.se/tema-v/medarbetare/jidesjo-anders?l=sv>

Här kan information om Anders Jidesjö och hans arbete, t ex avhandlingen från 2012, återfinnas

<http://pedagogstockholmblogg.se/larandebedomning/>

På denna sida ges kontinuerlig uppdatering till olika forskningsrapporter om formativ bedömning, så väl som praktikexempel där olika lärare berättar om och beskriver sin verksamhet.

<http://johankant.wordpress.com/2011/03/04/formativ-bedomning/>

En intressant bloggare som berättar om egna erfarenheter om formativ bedömning, samt ger länkar, tips och information som är mycket användbar

<http://www.teknikochnatur.se/material-html/grundskola-4-6/kemi/Kemin-i-naturen.htm>

Här beskrivs på ett enkelt och överskådligt sätt hur kemin är en del av naturen. Det finns även länkar till "kemin i samhället" och "kemin och världsbilden"

<http://skolbanken.unikum.net/unikum/skolbanken/planering/1164086942>

Denna sida visar ett förslag på hur man kan jobba med kemi i naturen. Sidan ger förslag på ett helt undervisningsmaterial – från frågeställning till bedömning

<http://www.mysciencebox.org/ecology>

Hands-on tips för den äventyrlige läraren med allt från tips till olika frågeställningar till hela lektionsmaterial. Sidan är på engelska men är väldigt lättläst och innehåller många illustrativa bilder

<http://www.skolporten.se/forskning/intervju/forskningen-som-vander-upp-och-ner-pa-no-undervisningen/>

En artikel som beskriver Anders Jidesjös arbete med att förstå ungdomars intresse för naturvetenskapliga ämnen. På denna sida finns även en länk till hans avhandling som fungerar som en bra grund för att förstå betydelsen av verklighetsnära och öppna laborationer. I denna avhandling kan även fler källor hittas rörande detta område.

<http://www.skolporten.se/forskning/intervju/bättre-larande-med-öppna-laborationer/>

Öppna laborationer i kemiundervisningen upplevs mer positivt av eleverna trots att det här krävs mer engagemang och tänkande än i de traditionella kokbokslaborationerna. Öppna laborationer ställer också höga kunskapskrav på läraren, konstaterar Berit Kurtén-Finnäs i sin avhandling.

<http://www.lararnasnyheter.se/origo/2010/02/02/roligare-labbar-utan-fardiga-svar>

I öppna laborationer planerar, utför och analyserar eleverna experimenten i grupper – Det är viktigt att göra ett experiment många gånger och att lyckas och misslyckas, säger kemilärare Mona Enlund.

<http://www.lararnasnyheter.se/origo/2010/02/02/tanka-tillsammans-starker-larandet>

Öppna laborationer ger elever möjlighet att utveckla sitt naturvetenskapliga tänkande. Att grupperna får olika resultat kan utnyttjas för klassrumsdiskussioner, säger Berit Kurtén-Finnäs.

<http://kidseducationalwebsites.blogspot.se/2011/01/pbl-examples-of-science-lesson-ideas.html>

En sida som ger många tips på öppna laborationer inom olika kemifält, samt även i biologi och naturkunskap.

<http://encompass.eku.edu/kjectl/vol10/iss2012/6/>

En forskarrapport som beskriver värdet av öppna laborationer. I denna artikel finns även hänvisningar till andra vetenskapliga artiklar som kan fungera som bakgrundsinformation och stöd.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21074/full>

En forskarrapport som analyserar och reflekterar lärarens roll i ett öppet arbetssätt. Bland annat tas frågor som bedömning av ett praktiskt och undersökande arbetssätt.

<http://www.lemshaga.se/groups/lemshagawiki/wiki/ef07a/>

Tips från en skola/lärare om öppna frågor i kemi kopplat till styrdokumentet

<http://www.kemi2011.se/nyheter>

Kemikalendern för kemins år 2011 innehåller tips på frågeställningar och kemiska kluringar

<http://chemistry.about.com/od/everydaychemistry/tp/Chemistry-In-Daily-Life.htm>

En sida där vardaglig kemi beskrivs (på engelska)

<http://www.vetgirig.nu/quiz-19200/Vardagskemi/>

En sida med snabbtest i vardagskemi (riktas främst till grundskolans senare år)

<http://www.plastkemiforetagen.se/for-skolan/Pages/default.aspx>

Plast- och kemiföretagen ger tips på vardagsnära kemi. Sidan har även flera länkar till andra kemisidor

<http://chemistry.about.com/od/chemistryactivities/tp/Easy-Science-Projects.htm>

En sida (på engelska) som ger bra och enkla experiment som eleverna kan genomföra hemma eller på skolan

<http://scienceforkids.kidipede.com/chemistry/>

Temor och laborationer för mellanstadiet och uppåt (på engelska)

http://chemistry.about.com/od/gamesquize1/Chemistry_Quizzes_for_Kids.htm

En engelskspråkig sida med olika "quizzes" med kemifrågor för barn

<http://www.sciencekids.co.nz/chemistry.html>

Kemiuppgifter och frågor (på engelska) för barn

