



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Genombrottet

Stimulering och aktivering av passiva studenter genom aktivt lärande -exemplifierat inom kemiundervisning

Ellen Edefell, Oliver Englund Örn,
Magnus T. Johnson, Karolina Östbring

Studenter på universitetet matas kontinuerligt med stora mängder information men undervisningsformerna är inte alltid optimerade för effektivt kunskapsöverförande. En stor andel studenter riskerar att gå igenom utbildningarna med ytlig och ganska kortvarig kunskap. Studieresultaten och kunskapsförankringen kan däremot med relativt enkla medel förbättras. Genom aktivt lärande uppmuntras och utmanas studenterna att bli aktiva i inläringen och djupinläring främjas över ytinläring. Studenterna erbjuds bland annat möjligheter till reflektion och diskussion kring kursmaterialet i undervisningen, och därigenom minskar risken att studenterna blir passiva medpassagerare i undervisningen. Istället aktiveras studenterna i större utsträckning och inläring och kunskapsöverföring från lärare till student underlättas. Dessutom leder aktivt lärande till djupare förståelse för kursämnet.

Nyckelord: aktivt lärande, djupinläring, passiva studenter, kunskapsöverföring, active learning

Introduktion

Aktivt lärande inom naturvetenskapliga och tekniska utbildningar leder generellt till lägre andel underkända studenter, jämfört med att huvudsakligen använda traditionella föreläsningar som undervisningsform.¹ Biggs karaktäriserar i en grov uppdelning studenter i två grupper.² Den ena gruppen kallas ”academic Susan” och utmärkande drag i denna studentgrupp är att de kommer från studievana hem. Ofta har föräldrarna akademisk utbildning. Redan under uppväxten tränas dessa personer i att se mönster, analysera och koppla ihop olika delar till en större helhet. Den andra gruppen kallas ”non-academic Robert” och studenter i denna grupp kommer ofta från hem där föräldrarna saknar akademisk utbildning. Dessa studenter har, när de kommer upp på universitetsnivå, svårare att tillgodogöra sig traditionell undervisning såsom föreläsningar. Detta kan bero på att de mer sällan uppmuntras att lära sig hitta samband i vardagen under uppväxten. Då människan är mer komplex och sällan kan indelas i enbart två kategorier, kan detta således utgöra en svaghet i teorin. Ett fält inom den pedagogiska forskningen är att undersöka vilka undervisningsmetoder som möjliggör att även non-academic Robert tillgodogör sig undervisningen i högre utbildning.

Active learning har funnits vara en strategi för att hjälpa studenter av typen non-academic Robert.² Aktivt lärande kan definieras¹ på följande sätt (fritt översatt till svenska): aktivt lärande engagerar studenterna i en lärandeprocess genom aktiviteter och/eller diskussion inom gruppen, i kontrast mot att passivt lyssna på en expert. Detta skapar bättre förutsättningar för förståelse på högre nivå och innefattar ofta grupp- och samarbete. Syftet med denna rapport är att undersöka hur *active learning* kan implementeras i kemiundervisning, både för studenter på naturvetenskaplig fakultet och LTH.

Hur lär studenter?

Studenter har två strategier för att ta in kunskap och lära sig det material som presenteras: djup- och ytinläring.³ Yt-inläring innebär att studenten betraktar sina studier som en lista av fakta som ska memoreras och upprepas vid till exempel en examination. Målet för inläringen är resultatorienterat och studentens drivkraft för att lära sig, är att kunna ge ett specifikt svar eller att på längre sikt klara kursen/utbildningen med godkänt betyg. Studentens drivkraft att förstå underliggande orsaker eller mönster på djupet är mindre viktigt och upplevs oanvändbart eller är icke existerande. I djupinläring är målet vanligtvis förståelse och användning av kunskap. Studenterna kopplar ny kunskap till befintlig, och lägger möda på att förstå och kritiskt granska logiken bakom argument.⁴ Forskning har funnit att de studenter som använder sig av djupinläring får ut mer av lärandeprocessen inom högre utbildning.

Det är viktigt att inte feltolka dessa resultat genom att tro att yt-inläring/djupinläring är ett karaktärsdrag hos studenten. Yt- och djupinläring handlar inte om lathet eller hög motivation. Samma student kan skifta mellan yt- och djupinläring mellan kurser och till och med i samma kurs.⁵ Det som avgör inlärningsstrategin är inte personligheten eller förutbestämda inlärningsstrategier, utan den uppfattning studenterna har om sin omgivning.⁶ Studentens uppfattning av kraven som ställs i kursen eller på inlärningsprocessen är en av de avgörande faktorerna. Det bör understrykas att memorering är en viktig del i båda angreppssätten. Kritik har riktats mot denna dikotomi där det anses vara en för enkel uppdelning som inte är representativ, då olika ämnen kräver olika tankesätt.⁷

SOLO-taxonomin (Structure of the Observed Learning Outcome) är ett försök att vidare klassificera lärandeprocessen där yt-och djupinläring delas in i flera steg. Även om det finns vissa skillnader, beskrivs i SOLO-taxonomi ytinläring i steg 1-3 och djupinläring i steg 4-5. SOLO-taxonomin ökande steg beskriver hur komplexiteten i studenternas kunskap ökar såväl kvantitativt som kvalitativt. Kvantitativ ökning av kunskap är när fler detaljer lärs in och kvalitativ ökning av kunskap är när studenternas kunskap interageras. Steg 1, också kallat den prestrukturella nivån, kan beskrivas som att studenten missar poängen och endast memorerar

orelaterade fakta. Nästa nivå (steg 2) är unistrukturell och här identifierar studenten en enskild aspekt. I steg 3, den multistrukturella nivån, inkorporerar studenten flera parallella detaljer samtidigt men dessa detaljer ses inte i sitt sammanhang. I detta steg kan studenten t.ex. göra listor och beräkna algoritmer.

De senare stegen i SOLO-taxonomi karaktäriseras av kopplingar mellan olika kunskaper och här har studenter som använder djupinläring en fördel. Steg 4, den relationella nivån, kännetecknas av att olika kunskaper interageras till analyser, jämförelser och tillämpningar. Det sista steget (steg 5) kallas utvidgat abstrakt och beskriver hur studenterna generaliserar aspekter för att hypotisera, generalisera och reflektera över kunskapen i ett vidare perspektiv än det som lärs ut. SOLO-taxonomi kan användas för att bedöma studenters prestation och för att designa kursmål och examinationer.

Hur lär man studenter?

Studenter lär sig alltså antingen genom yt- eller djupinläring (eller en kombination av de båda). Men hur ska en lärare anpassa sin undervisning för att engagera alla studenter i sin undervisning? Det är grundläggande att studenterna uppfattar sina studier som meningsfulla. Ett praktiskt individuellt exempel för att belysa utmaningen kommer från en intervju av en student i fysik på University of Sydney.⁵ Studenten beskrev hur han under föreläsningarna tyckte att det var viktigt att kunna koppla kunskaper från olika ämnen. När han sedan skulle förbereda sig för examinationen skiftades fokus till att memorera formler och lösningar, istället för att härleda varifrån de kom och förstå dem på djupet. Han beskriver hur hans utgångspunkt och upplevda krav förändrades under kursens gång. Även om han tillämpade djupinläring i början av kursen upplevde han inte att angreppssättet hjälpte honom att förbereda sig för examinationen. Detta är ett problem som inte beskrivits vidare eller hur studenten fått den uppfattningen. Studentens tankesätt skulle kunna vara en produkt av att ha övat på tidigare tentor, samtal med andra kursdeltagare, tidigare erfarenheter, respons från läraren, kursmålen och mycket annat. Det har visats att examination styr studenternas i högre grad jämfört med de mål som läraren formulerat.⁸ Således är det rimligt att tro att det är studentens uppfattning om examinationen som styr valen eller skiften mellan yt- och djupinläring. Ett sätt att beskriva kopplingen mellan mål, lärande och examination kallas *constructive alignment*.⁹ Ett holistiskt synsätt där alla tre ingående faktorer integreras, leder till tydliga kopplingar mellan kursens alla delar vilket främjar lärandet.

Utöver ett tydligt och genomtänkt mål har aktivt lärande funnits främja djupinläring.¹⁰ Med aktivt lärande menas att studenten tar en aktiv roll i sina studier genom exempelvis grupparbeten eller diskussioner. Aktivt lärande har även visats passa studenter som arbetar med djupinläring.² Detta synsätt fokuserar inte på hur studenten är eller vad läraren gör, utan vad studenten gör. Således är det lärarens ansvar att inte bara förmedla kunskap på ett så bra sätt som möjligt, utan att också sätta studenten i ett sammanhang där den förståelsen som önskas kan uppnås. Aktivt lärande kännetecknas av att det genomsyras av konceptet *constructive alignment*. Studenterna ska vara delaktiga i att skapa den undervisning de ska genomgå för att förstå varför de lär sig. Detta ska också ändra den uppfattade studiemiljö studenten befinner sig i och aktivera ett djupt angreppssätt.

Alternativa undervisningsmoment i kemiteknisk utbildning

Föreläsningar

Aktivt lärande kan alltså hjälpa både studenter som initialt använder ytinläring och studenter som använder djupinläring att absorbera ny kunskap på djupet. Vid jämförelser har det visat sig att föreläsningar generellt inte främjar djupinläring även om undervisningssättet genererar informationsspridning på en jämförbar nivå med andra undervisningsmetoder.¹¹ Trots det är föreläsningar en av de vanligaste förekommande undervisningsformerna på universitet i stort, och även på LTH. Det är en kostnadseffektiv undervisningsform där relativt få lärartimmar kan förmedla mycket information till många studenter. Under åren har föreläsningar som undervisningsmetod synats i sömmarna blivit föremål för kritik. Ofta är kritiken relaterad till kunskapsöverföringen mellan föreläsaren och studenterna.¹² Även om föreläsningar är effektiva att sprida information är det inte likställt med att studenterna lika effektivt tar till sig informationen. Det är således skillnad på de engelska termerna *teaching* (undervisning) och *learning* (lärande). Studenterna behöver tid att bearbeta vad föreläsaren säger, men ofta finns det inte möjlighet för detta under föreläsningen.

För en del studenter, framförallt tidigt i studierna, är strukturen av föreläsningar nödvändig för att kunna greppa ämnet samt att uppfatta kurstempot.¹² Tidigt i utbildningen kan det vara svårt för studenter att hantera diskussionsbaserad undervisning såsom seminarier då det krävs en kunskapsbas och förmåga att värdera kunskapen i förhållande till specifika situationer. Föreläsningar är då en bra undervisningsmetod där studenterna får ta del av både lärarens erfarenheter samt hjälp att värdera och sortera information. I en del fall lyfts också föreläsningar fram som ett bra exempel på metod att få kontakt och entusiasmera studenterna och på det sättet ökar möjligheterna att aktivera studenterna och främja djupinläring. Hodgson menar att studenternas uppfattning av relevansen av föreläsningen påverkar på vilken nivå inläringen sker.¹³ Yttre relevans är kopplat till externa krav, t.ex. att klara tentan. Den inre relevansen strävar efter att koppla ihop föreläsningens innehåll med tidigare erfarenheter och få en djupare förståelse. Därtill kommer en ställföreträdande relevans där föreläsarens engagemang och intresse smittar av sig på studenterna. Detta är intressant då föreläsarens presentationsteknik påverkar kunskapsöverföringen.

Föreläsare som uttrycker intresse för ämnet och anstränger sig för att vara trevlig och lyssna på studenterna under föreläsningen ökar möjligheterna att få ett ökat intresse från studenterna. Genom att tidigt visa exempel på hur kursens innehåll kan användas i senare delar av utbildningen eller i yrkeslivet kan studenternas upplevelse av relevansen av kursen påverkas positivt. Pauson och Faust har sammanställt en lång lista med förslag på inslag i föreläsningar som kan öka studenternas aktivitet and engagemang.¹⁴ Utvalda punkter är:

- Multiple choice-frågor
 - Frågor kan ställas till studenterna under föreläsningar med svarsalternativ. Här kan redovisningsformen variera. Redovisning av svar kan t.ex. ske öppet med handuppräckning, anonymt med digitalomröstning vid mobiler, eller analogt genom att hålla upp fingrar framför bröstet så föreläsaren men inte grannen kan se.
- Bikupor/parövningar
 - En kort paus i föreläsningen då studenterna kan diskutera genomgången avsnitt med studenten bredvid. Studenterna kan kort gå igenom anteckningarna för varandra. Detta ger tillfälle för reflektion efterhand och ökar möjligheterna för en djupare och mer varaktig kunskap. Dessutom får studenterna som inte förstått avsnittet en möjlighet att få det förklarat igen med andra ord. Missuppfattningar kan också tidigt identifieras och rättas till.

- Motivation för kritiskt tänkande
 - Genom att ställa retoriska frågor kring knepiga ämnen kan studenterna börja tänka i nya banor och uppmuntras att fundera och reflektera kring informationen som presenteras eller hanteras.

Praktiska kursmoment

Ofta följs föreläsningar av övningar där studenterna enskilt eller i grupp arbetar med förutbestämda räkneövningar eller instuderingsfrågor. Här ges tillfälle för diskussioner och möjligheter att fråga föreläsaren eller övningsassistenter när oklarheter uppstår. Beroende på formuleringen av uppgifterna inbjuds studenterna att nå djupare förståelse för ämnet. I en del fall kan lösningar på uppgifterna presenteras. Detta kan gynna framförallt aktiva studenter då lärarnas tid är begränsad. Mer oengagerade studenter kan däremot styras ytterligare mot yt-inlärn timer när lösningarna presenteras. Ifall studenterna inte har förstått problemet, är det sällan en effektiv metod att ge ut svaret.

Ett sätt att engagera passiva studenter är att uppmuntra studenterna att arbeta i smågrupper och jobba sig igenom uppgifterna i diskussioner. Ofta kan det ur inlärn timer synpunkt vara bättre att gå igenom några få uppgifter grundligt och verkligen förstå dem, än att stressa igenom alla uppgifter utan verklig förståelse. Visar studenterna intresse att läsa vidare om ett specifikt avsnitt under övningarna kan det vara värt att uppmuntra detta för att öka det generella intresset för kursen och dess innehåll. Formuleringen av uppgifterna och frågorna under övningarna påverkar också studenternas ambitionsnivå. Frågeställningar som rör *när*, *vad*, *hur* och framförallt *varför* uppmuntrar studenterna att fundera och reflektera kring hur fakta hänger ihop.

Vidare kunskapsförankring och praktisk erfarenhet kan förmedlas genom laborationer. Som ett komplement till den övriga undervisningen kan laborationer belysa teorin i kursen och praktiskt bekräfta och illustrera denna för studenterna. Laborationens upplägg kan delvis påverka studenternas engagemang i uppgiften. Om hela genomförandet är känt på förhand (t.ex. när en färdig labbhandledning lämnas ut), ges sämre förutsättningar att studenterna aktivt funderar över arbetsgången. Om problem, metod och resultat däremot är öppn are tvingas studenterna fundera och ta beslut om arbetsgången och då främjas även en djupare förståelse.

Alla aspekter måste vägas mot varandra för att hitta det bästa alternativet eller lösningen. I en hel del kurser finns det inte utrymme för okända moment i laborationer. Det kan bero på att riskerna blir för stora om studenterna får friare tyglar. Kursmålen kan också vara formulerade och planerade så att laborationen tydligt ska belysa delar av kursinnehållet och lämnar få friheter. Oftast är en stark styrning av laborationsmoment en konsekvens av att laborationer är en dyr undervisningsmetod. Det tar längre tid och kostar mer om studenterna ska få mer tid att planera och genomföra laborationerna. Man kan då fundera över om det finns möjlighet att en begränsad del av momenten eller problemställningarna kan hållas okända och planeras av studenterna.

De kemirelaterade ingenjörsutbildningarna vid LTH innehåller en del kurser med studiebesök. Dessa fyller en mycket viktig funktion i utbildningen som arbetslivsanknytning.¹⁵ Studenterna kan relatera ett kursinnehåll till konkreta applikationer i yrkeslivet när de själva får besöka och träffa industriverksamma personer och besöka platser. Ofta kan studiebesök kopplas ihop med case eller projektarbeten där studenterna kan använda erfarenheterna från besöket som grund och relatera till det i vidare kursmoment. Mer om detta i senare avsnitt om gruppbaserad undervisning. Vidare kan en större del av undervisningen i en del kurser läggas ute på arbetsplatser som så kallad verksamhetsförlagd utbildning, VFU. Detta sker vanligen i kurserna ingenjörsinriktad yrkesträning, fördjupningskurs i ett eller fler ämnen samt i studenternas examensarbete. Tydliga kopplingar till yrkeslivet kan ge studenterna ett större engagemang för studierna och öka förståelsen för relevansen av kurserna i utbildningen och därigenom öka möjligheterna för djupinlärn timer.

Gruppbaserad undervisning

Projekt är en annan undervisningsmetod som ofta används i undervisningen på universitet. Ofta sker projekt i grupp och tränar studenterna i samverkan, hitta och sälla information samt att förmedla information och resultat. Studenterna kan se relevans i arbetsmetoden då den ofta används i arbetslivet. Verklighetsanknytningen i uppgiften kan också öka studenternas uppfattning av relevans och engagemang.¹⁵ Om studenterna själva kan vara med att påverka inriktningen på arbetet ökar möjligheterna att engagera och aktivera många studenter i arbetet, även de individer som anses passiva. Läraren roll är ofta att vara handledare och denne har också möjlighet att engagera studenterna genom att sprida sitt eget engagemang för ämnet.

Seminarier är i grunden en diskussionsbaserad undervisningsform som involverar aktivitet från studenterna och används för bearbetning av kunskap och ger en förhöjd förståelse. Studenterna bör vara förberedda genom föreläsningar, inläsning och/eller övningar för att kunna formulera sin kunskap i diskussioner med andra studenter. Studenterna måste formulera sin kunskap och i diskussioner kan de få direkt återkoppling, vilket kan rätta till missförstånd.¹⁵ Ofta används dock seminarium som en mer avslappnad variant av föreläsning där läraren går igenom räkneövningar och studenterna har möjlighet att ställa frågor. Då förloras en del av den studentaktiviteten som ofta förknippas med seminariets grundtanke. Här finns en tydlig förbättringspotential på naturvetenskaplig fakultet och LTH.

I casemetodik kommer lärarens roll mer naturligt tonas ner i diskussionerna jämfört med den seminarieformen som ofta används på naturvetenskaplig fakultet och LTH. Caseuppgifter är ofta hämtade från verkligheten och beskriver ett reellt händelseförlopp. Studenter får i stora eller små grupper diskutera och jobba med att identifiera problem och senare handlingsalternativ. Uppgifterna ska helst ha flera möjliga handlingsalternativ och studenterna måste aktivt reflektera kring följderna av olika alternativ och rangordna möjliga handlingsvägar.¹⁶ Läraren kan styra diskussionen genom att ställa frågor men bör hålla egna åsikter för sig själv. Casemetodik i universitetsstudier är mycket utbredd i en del ämnen. Ett exempel är juridikstudier i USA där en del universitet har använt casemetodik i långt över ett sekel.¹⁷ Det är också möjligt att lyfta in casemetodik i en del kursdelar även i kemiundervisningen, framförallt i kurserna i den senare delen av utbildningarna.

Problembaserat lärande, PBL, är ganska likt casemetodik men är mer brett i förhållande till vilka ämnen som behandlas.¹⁶ Grunden är ofta också ett händelseförlopp eller ett problem som är ytligt beskrivet. I små grupper måste studenterna fundera, lista och samla in den kunskap och begreppsförståelse som är nödvändiga för att lösa uppgiften. Studenterna turas om att vara ordförande och sekreterare vid möten och mellan träffarna jobbar studenterna fritt. Läraren finns med som en handledare för gruppen. Kontinuerligt måste studenterna reflektera över problemställningarna och inriktningen av arbetet för att anpassa sig till nyfunna fakta. Det har även konstaterats att kunskapsmängden studenterna lär sig under en kurs kan vara något lägre vid PBL, men att kunskapen stannar längre och att studenterna är bättre på att applicera kunskapen vid senare tillfällen.¹⁸

Praktiska moment i föreläsningssalen – det bästa av två världar?

Tidigare har olika undervisningsformer presenterats och några förslag givits för att öka studenternas aktivitet i deras eget lärande. Gemensamt för alla undervisningsformerna är att studenterna måste aktiveras i undervisningen för att underlätta ”active learning”. Även om active learning oftast är en tankeprocess hos studenterna där information omvandlas till kunskap behöver ofta studenterna aktiveras i handling, tal eller skrift för att underlätta eller visa studenterna vägen mot tankeprocesserna. Vidare kommer två olika koncept presenteras för att tydligare exemplifiera relativt små enkla medel för att öka studenternas aktivitet i undervisningen.

En metod som har studerats och använts inom naturvetenskap för att skapa förutsättning för kooperativt och aktivt lärande inom kemin är ConcepTests. Denna metod utvecklades under 1990-talet av fysikprofessor Eric Mazur på Harvard.¹⁹ Mazur använde ConcepTests där

studenterna var 10:e minut fick genomföra ett kort quiz med fokus på de viktigaste koncepten som tagits upp under föreläsningens föregående tio minuter. Quizen var utformade så att varje fråga:

1. Hade fokus på ett enskilt koncept
2. Inte kunde besvaras med ekvationer
3. Hade bra flervalssvar
4. Var tydlig
5. Var av medelsvår svårighetsgrad

Varje student kunde välja mellan svarsalternativ A, B, C eller D och fick sedan argumentera med närmaste granne och försöka övertyga varandra ifall de inte var helt överens, vilket ofta var fallet i en för dem helt ny kunskap. Efter ett par minuter fick studenterna svara på samma fråga igen. När resultaten analyserades, visade det sig att ifall 50 % av studenterna valde rätt svar i första omgången så ökade resultatet till 90 % i andra omgången.²⁰ Mazurs huvudmål var att få studenterna att tänka istället för att enbart memorera och detta kunde på så vis ske genom en form av aktivt lärande.

Användandet av ConcepTests inom kooperativ kemiundervisning som en del av aktivt lärande, har utvärderats noggrant bland annat av Jeffrey Kovac.²¹ En av de första slutsatserna i denna utvärdering är att undervisningsmetoden ger läraren en direkt feedback av lärandeprocessen. Vid tillfällen då de flesta studenterna svarar rätt, är det troligt att de flesta har förstått konceptet. Ifall de flesta däremot svarar fel, bör läraren gå tillbaka och förbättra sitt upplägg, genomgång och presentation. Diskussionerna som efterföljer varje fråga beskrivs som en sorts informell kooperativ lärandeprocess där studenterna lär varandra genom en dynamik som kan vara svår att nå genom enbart student-lärarkommunikationen. Studenterna kan ofta ha lättare att nå fram med ett budskap sinsemellan då de kommunicerar på samma kunskapsnivå. En tredje slutsats är att dessa korta diskussioner under föreläsningarna minimerar det monotona inslaget av föreläsningen som undervisningsform, vilket i en aktiv lärandeprocess kan leda till ett bättre lärande. Avslutningsvis noterar Kovac att denna undervisningsform utstrålar ett budskap av att universitetet är en gemensam plats där både studenter och lärare delar på ansvaret för ett effektivt och bra lärande.

En uppenbar nackdel med ConcepTests som undervisningsform är att de tar tid från föreläsningen, och att mindre material kan tas upp per föreläsning. Det hävdas dock i undersökningen att trots att en mindre mängd kursmaterial hinner föreläsas, så finns en betydligt bättre förståelse av materialet bland studenterna.

Användning av ConcepTest inom kemiundervisning

ConcepTest har använts på en rad olika sätt för att skapa en aktiv lärandeprocess inom kemiundervisning. Världens största vetenskapliga organisation, the American Chemical Society har samlat information om olika typer av kemiundervisning på sin hemsida Chemical Education Xchange.²² Denna samlingssida har sitt ursprung ur, och har ersatts av den väletablerade hemsidan hos the Journal of Chemical Education. Här återfinns även en samling av idéer och råd²³ kring hur mer generella konceptuella frågor kan konstrueras och användas i kemiundervisning. Det är kort sagt en guldgruva för lärare som vill få nya idéer till hur studenter kan aktiveras under utbildningen.

Frågor som kan kopplas till en konceptuell förståelse i de högre nivåerna av SOLO-taxonomi inom kemiundervisning innehåller oftast en kombination av följande:

- Översättning av information mellan ord och symboler/formler och vice versa. Ett enkelt exempel kan vara K_2CO_3 och kalciumkarbonat, eller ΔH och entalpiförändring.

- Tolkning av information för att bedöma vilken data som är relevant i ett visst sammanhang eller för att avgöra relevanta kopplingar mellan olika datamängder.
- Extrapolering för att kunna förstå och problematisera kring olika möjliga konsekvenser.
- Applikation av nyligen inlärd koncept på nya problem, det vill säga på frågeställningar som passerar gränsen för studentens egen kunskapsnivå.
- Analyser av underliggande principer och deras samband med ett visst problem.
- Syntes av logiska hypoteser, experiment och frågeställningar från en samling nya kunskaper.
- Kritisk utvärdering av ny information, ett nytt experiment eller modell av något slag.

Dessa typer av konceptuella frågor ligger oftast på en nivå som precis ska tangeras studentens egen kunskapsgräns. Nivån som karakteriserar en speciell fråga kan variera beroende på var studenten/gruppen ligger på kunskapsstegen. Nya studenter kan till exempel tycka att grundläggande frågeställningar som kinetik eller stökiometrifrågor kan vara konceptuellt utmanande. Efter träning i konceptuella frågor kan studenterna betraktas det som tidigare var svårt som enkla algoritmiska övningar av rutinkaraktär. Då har studenterna blivit bekanta med koncepten och är trygga i att använda dem.

Som en aktiv lärande- och undervisningsform, har ConcepTest visat sig mycket framgångsrik. Detta eftersom metoden engagerar alla typer av studenter, både de som har en passiv attityd och annars bara dyker upp på föreläsningarna och lyssnar oengagerat, men även de som är mer aktiva. Då de aktiva och engagerade studenterna oftast har lättare för att klara sin utbildning, kan därför en kooperativ aktiv undervisningsform leda till att de passiva studenterna i högre grad klarar sin utbildning.

Minilaborationer

J H Worrell, Florida, USA ville att kemi-studenterna skulle bli bättre på att förstå sambandet mellan mol och massa, vilket är fundamentalt inom kemiområdet.²⁴ Även om studenterna lyssnat på föreläsningar när det viktiga sambandet mellan mol och massa beskrevs så kunde de ändå inte svara på frågor vid senare tillfällen. Det verkade som att studenterna hade lyssnat och endast passivt absorberat kunskapen. För att verkligen få studenterna att förstå introducerade Worrell ett nytt moment i undervisningen. Varje vecka hölls en mini-laboration som komplement till de tre timmars föreläsningar som hölls på veckobasis. Studenterna fick S (satisfactory) om de var närvarande eller U (unsatisfactory) om de inte var närvarande. Ett S påverkade inte det slutliga betyget i någon riktning medan ett U reducerade betyget med en enhet.

Studenterna grupperades i grupper om tre. De fick provrör uppvägda i förväg med olika kemiska ämnen i och rören var uppmärkta med det kemiska ämnets namn (alltså inte den kemiska beteckningen). Studenterna blev instruerade att blanda rör 1 med rör 2, rör 3 med rör 4 etc. och noga observera och beskriva vad som hände i rören. De kemiska ämnena var valda så att kombinationerna skapade olika sprakande färger. Därefter skulle studenterna ta reda på den kemiska beteckningen, skriva (förutsäga) den kemiska reaktionen, balansera ekvationen och beräkna massan av reaktionsprodukten. De fick en tabell där reaktionen, molvikter, antal mol och massa skulle fyllas i. Studenterna fick använda sina kurskamrater som bollplank och ställa frågor inom gruppen för att komma fram till svar som behövdes för att fylla i tabellen. Detta läromoment var uppskattat av studenterna och ledde till mer entusiasm samt högre nivåer av tillfredsställelse och känsla av att ha utfört en bedrift hos studenterna.

Läromomentet kan också utföras i helklass i föreläsningssalen. Läraren demonstrerar olika kemiska reaktioner (dvs. blandar rör 1 med rör 2 osv) på katedern i föreläsningssalen.

Studenter delas in i grupper om tre och arbetsgången är sedan identisk med arbetsgången beskriven ovan.

Upplägget ovan lyckas med tre saker:

1. Det ökar studenternas engagemang vilket är en drivkraft för lärandet.²⁵
2. De färgstarka reaktionsprodukterna hjälper studenterna att förstå att en kemisk reaktion har ägt rum – det hela blir mer tydligt.
3. De får öva konkret på att beräkna förhållandet mellan mol och massa i ett verkligt sammanhang vilket förmodligen ökar förståelsen också på ett teoretiskt plan.

Systemet med betygsättning kan förmodligen förbättras ytterligare. Ett alternativ skulle kunna vara att ett S (närvarande) *höjde* betyget en grad och att ett U (ej närvarande) inte påverkade betyget. Genom att arbeta med positiv förstärkning skulle läraren kunna få studenterna ännu mer motiverade. Med det föreslagna systemet skulle studenterna bli belönade genom att delta i mini-laborationen istället för att, som i Worrells upplägg, bli bestraffade när de inte deltar. Betyg är en kraftfull motivator och kan ses som betalning. Studenterna satsar av sin tid, som vilken anställd som helst, och lärare ger respons (betalning) med betyg.

Worrell använder också studentgruppens kunskap, när studenter får ställa frågor inom den egna gruppen. En möjlig förklaring till att den övergripande kunskapsnivån i gruppen ökar när studenter får ställa frågor till varandra, kan vara att det är en lägre tröskel att ställa ”enkla” frågor till studenter på samma nivå. Studenterna behöver inte vara rädda att tappa ansiktet inför läraren. Möjligen är detta fenomen mer utpräglat i kulturer med starkare hierarkier.

En styrka i Worrells metod är att den går att utföra i helklass. Inom kemi (och säkerligen andra ämnen) finns utnyttjade möjligheter att demonstrera experiment från katedern. Uppkopplad overhead kan användas för att visa färgskiftningar i bägare, uppkopplad kamera kan visa experimenten i storbild på skärmar. Inom våra specifika områden kan tennisbollar användas för att tydliggöra kristallstrukturer och emulsioner kan mixas från katedern för att tydliggöra mikrostrukturer. Den här typen av demonstrationer kan hjälpa studenter som behöver något praktiskt att relatera den teoretiska kunskapen till. Här kan bildminnet utnyttjas så när studenterna ställs inför liknande problem i framtiden kan de frammana bilden av vätskor som ändrade färg, och förhoppningsvis komma ihåg hur mol och massa hänger ihop. För andra kan det bli ett välkommet avbrott i föreläsningen som ger tid för eftertanke och bearbetning av den kunskap som inhämtats.

Undervisning för arbetslivet

Dagens naturvetarstudenter och tekniska studenter måste förberedas för arbetsmarknaden vilken kräver kompetens i vetenskap, matematik och teknologi, kritiskt tänkande, förmåga att lösa problem samt interpersonell kommunikation och samarbete i grupp. Dessa förväntningar och komplexa färdigheter möts bäst med en lärande-centrerad pedagogik. Det gamla systemet med enbart föreläsningar är inte lika effektivt när det kommer till att förbereda studenterna på arbetsuppgifterna i arbetslivet.²⁶ Föreläsningsformatet fortsätter att vara det dominerande undervisningssättet trots att det har en låg ”retention degree” för de flesta studenter. Sousa rapporterar att retention time efter 24 timmar är 5% för föreläsningar, 50% för gruppdiskussioner, 75% för practic by doing och 90% när studenter lär andra.²⁷ Meningsfulla erfarenheter av lärande flyttar studenten från passiv kunskaps-mottagare till en mer aktiv roll som konstruktör av mening.²⁸

Reitmeier rapporterar en undervisningsmodell som syftar till att öka studentens förmåga att processa kunskap och göra den till sin egen.²⁹ I studien genomfördes en kurs för dietister, livsmedelstekniker och nutritionister i ämnet Food studies. Kursen hölls i projektform med flera olika betygsatta moment såsom skrivande av projektplan, labbdagbok, muntlig presentation i grupp och skriftlig tentamen. Studenterna fick ett konkret case där uppgiften var

att göra ett receptförslag till en cheesecake med lägre fetthalt än de konventionella på marknaden. En gång i veckan träffade projektgrupperna en instructor som gav en 15 min lång föreläsning om olika ämnen direkt relaterade till projektet. Mini-föreläsningen följdes sedan upp av en uppgift som löstes gruppvis. Exempelvis handlade första tillfället om struktur och funktion hos fett i livsmedel. Den uppföljande uppgiften handlade sedan om att definiera och beskriva fettets funktion i potatiships, salladsdressing, tårta, korv, croissant etc.

Hela kursupplägget utmanade studenterna att använda information/teori i nya situationer genom att lösa problem (application), att förstå samband och utföra analys, att tillämpa information genom att tillverka produkter (synthesis) samt värdera information (evaluation). På detta vis fick studenterna gradvis teori som de processade genom att applicera den nya kunskapen i ett praktiskt sammanhang. Den skriftliga tentamen innehöll frågor som krävde att studenterna analyserade data snarare än använde redan memorerad information. En delfråga bestod i att studenterna fick läsa en vetenskaplig artikel. De fick sedan låtsas att de var editor för en tidskrift och presentera ett underlag för om texten höll tillräckligt hög nivå för att publiceras. Studenterna tog uppgiften på stort allvar och pekade korrekt ut fel i studiedesignen, metoden, sensorisk utvärdering samt slutsatser. Den här typen av uppgift hade getts i tidigare tentamen, när kursen hade ett traditionellt föreläsningbaserat upplägg. Studenterna som läste kursen med det nya "active learning"-upplägget klarade tentauppgiften signifikant bättre. Sammantaget ledde det nya kursupplägget till att 90.1% av studenterna klarade kursen, vilket var en förbättring från det traditionella kursupplägget där endast 81.5% blev godkända på kursen.

Styrkan med "active learning"-upplägget i Food Studies-kursen är att studenterna uppmuntras och tränas i att tänka på de högre nivåerna i SOLO-taxonomin: relationell nivå och utvidgat abstrakt. Momentet med korta 15 min långa föreläsningar med efterföljande uppgifter är intressant. Genom att ta en begränsad mängd information åt gången och ge studenterna möjlighet att genast använda den nya kunskapen fast applicerat på en annan uppgift, ökar inläringen. Detta kan användas i många olika ämnen. Studenterna verkar då integrera den nya kunskapen i sin egen kunskapsbank. Kursupplägget beskrivet av Reitmeier kräver examensfrågor som är på en hög nivå, där studenterna får möjlighet att visa att de lärt sig att ta in information, analysera den och dra slutsatser. Greppet att be studenterna analysera en artikel och peka ut svagheter och styrkor är intressant och passar förmodligen bättre under den senare delen av utbildningen. En möjlig svaghet i kursupplägget kan vara att många olika kursmoment kan vara förvirrande för studenterna. Om kursen planeras efter *constructive alignment* kan förvirringen dock minska och målet med de olika momenten kan tydliggöras för studenterna.

Slutsats

Kurserna som erbjuds i kemiundervisningen på LTH och den naturvetenskapliga fakulteten innehåller redan idag många undervisningsmoment som syftar till aktivt lärande. Då undervisning är en dynamisk process där studentgrupperna förändras under åren och kursledarna utvecklas finns det utrymme och anledning att öka möjligheterna för aktivt lärande. Framförallt då studentgrupperna visar en ökad spridning och en högre andel av de så kallade "non-academic Robert", studenterna utan en uppväxt präglad av sökande av samband och förklaringar, som därför riskerar att klara den traditionella universitetsundervisningen med strikta föreläsningar sämre än "academic Susan". Genom att involvera studenterna i deras lärandeprocess i diskussioner, quiz, grupparbeten, laborationer, presentationer och andra moment som kräver studenternas aktiva närvaro kan de potentiellt svagare eller passivare studenterna gynnas och nå bättre resultat. Detta kan dessutom uppnås utan att det sker på bekostnad av de starka studenterna.

Referenser

1. S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt and M. P. Wenderoth, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 2014, **111**, 8410-8415.
2. J. Biggs, *High Educ. Res. Dev.*, 2012, **31**, 39-55.
3. F. Marton and R. Säljö, *British Journal of Educational Psychology*, 1976, **46**, 4-11.
4. N. J. Entwistle and A. Entwistle, *Higher Education*, 1991, **22**, 205-227.
5. S. Takebayashi and S. H. Bergens, *Organometallics*, 2009, **28**, 2349-2351.
6. F. Marton, *The experience of learning : implications for teaching and studying in higher education*, Scottish Academic Press, Edinburgh, 1997.
7. J. Case and D. Marshall, *Stud High Educ*, 2004, **29**, 605-615.
8. T. Wiand, *Examinationen i fokus : högskolestudenters lärande och examination : en litteraturoversikt*, Enheten för utveckling och utvärdering, Univ., Uppsala, 1998.
9. J. B. Biggs and C. S.-K. Tang, *Teaching for quality learning at university : what the student does*, Open University Press, Maidenhead, 2011.
10. J. Lublin, *Deep, surface and strategic approaches to learning: Good practice in teaching and learning*, Dublin Centre for Teaching and Learning, 2003.
11. D. A. Bligh, *What's the use of lectures?*, 1st edn., Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 2000.
12. M. Burgan, *Change: The Magazine of Higher Learning*, 2006, **38**, 30-34.
13. V. Hodgson, *Att lära av föreläsningar*, Marton, F., Hounsell, D. & Entwistle, N. (Eds.) *Hur vi lär. Rabén & Sjögren*, pp. 126-142, 1986.
14. D. Paulson, Faust, J., *Active Learning For The College Classroom*. [online] Department of Chemistry & Biochemistry, California State University, Los Angeles, USA, <http://www.calstatela.edu/dept/chem/chem2/Active/main.htm>.
15. M. Elmgren and A.-S. Henriksson, *Universitetspedagogik*, Studentlitteratur, Lund, 2016.
16. H. Egidius, *PBL och casemetodik : hur man gör och varför*, Studentlitteratur, Lund, 1999.
17. E. W. Patterson, *J. Legal Educ.*, 1951, **4**, 1.
18. D. Gijbels, F. Dochy, P. Van den Bossche and M. Segers, *Review of Educational Research*, 2005, **75**, 27-61.
19. E. Mazur, *Peer instruction : a user's manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 1997.
20. *National Science Foundation Frontiers*, 1996, **November issue**.
21. J. Kovac, *J. Chem. Educ.*, 1999, **76**, 120-124.
22. S. Park and S. Kim, *Fashion and Textiles*, 2014, **1**, 1-17.
23. P. M. Subramanian, *Resources Conservation and Recycling*, 2000, **28**, 253-263.
24. J. H. Worrell, *J. Chem. Educ.*, 1992, **69**, 913-914.
25. C. M. Zhao and G. D. Kuh, *Res High Educ*, 2004, **45**, 115-138.
26. C. Fulton, Licklider, Barbara L., *To Improve the Academy - Professional and Organizational Development Network in Higher Education - Paper 402.*, 1998.
27. D. A. Sousa, *How the brain learns*, 4th edn., Corwin Press, Thousand Oaks, Calif., 2011.
28. G. P. Wiggins and J. McTighe, *Understanding by design*, Expanded 2nd edn., Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA, 2005.
29. C. A. Reitmeier, *Journal of Food Science Education*, 2002, **1**, 41-44.