

Kan laboratoriearbejde erstattes af simuleringer?



Jens Josephsen, Institut for
Natur, Systemer og Modeller,
Roskilde Universitet

Dette spørgsmål kunne man stille sig efter at have læst “Udfordringer ved undervisning i enzymer, Bidrag fra det virtuelle laboratorium” i sidste nummer af *Mona* (2015-1, s. 51-65).

Lad det være sagt med det samme: **Laboratoriearbejde i uddannelserne kan ikke erstattes af arbejde ved en skærm med simuleringer af laboratoriearbejde** hvis min forståelse af begge dele ellers er rigtig (Josephsen, 2003, Josephsen & Kristensen, 2006). Men det er der heller ikke belæg for at forfatterne mener. Til gengæld er både de og jeg optimistiske når det handler om at virtuelle laboratorier, øvelser og simuleringer af laboratoriearbejde potentielt kan bidrage positivt i undervisningssituationer.

Forfatterne er optagede af det centrale naturvidenskabelige emne **enzymer** som naturligt har fundet vej til undervisningen i gymnasiet, og som er en essentiel del af studier af biologiske systemers funktion med en mekanistisk og molekylær vinkel. På universitetet (over hele Danmark) er der udfordringer med hvordan niveauet tilpasses de studerendes faktiske forudsætninger, og med på hvilket forståelses- og abstraktionsniveau der opereres i lærebøger, forelæsnings, regneøvelser og laboratorieøvelser. Der peges på at de faktiske mål for undervisningen i emneområdet enzymer på nogle sammenlignelige, biokemisk orienterede studier i andet eller tredje semester (på KU) udfordres af manglende kondi i “bogstavregning” og talbehandling hos de studerende og af “forståelsesproblemer” med at anvende kemiske teknikker og modeller hentet fra den fysiske kemis partikulære og systemiske domæner.

Svage forudsætninger for at nå læringsmålene

Det er jo velkendt at det kan være vældigt vanskeligt for mange af denne type studerende at anvende grundlæggende matematiske kompetencer når de skal håndtere størrelsesligninger der forbinder observable, parametre og konstanter i en model. Formelt skulle det jo være løst ved at matematik på A-niveau i gymnasiet er et fælles adgangskrav. Det er det bare ikke for en (for stor) del af de studerende. Det handler bl.a.

om at modellens matematiske formulering (størrelsesligningen) syner besnærende simpel sammenlignet med den kognitive beherskelse af hvad modellen repræsenterer. En afhjælpning af problemet kræver at der sættes målet ind med ekstra tid (og hjælp), vel mest hensigtsmæssigt i sammenhæng med at matematikkompetencerne (som ikke er til stede i det nødvendige omfang) skal anvendes. Man kan tænke i forlænget (regne-)øvelsestid som et tilbud til dem der har behovet. Praktisabelt i vore fremdriftstider? Eller er det med ønsket om at udvikle de studerendes performance på dette område at det virtuelle laboratorium er blevet afprøvet? Man kunne godt gætte på at det har været en bevæggrund.

Mange af de studerende på dette studietrin kan heller ikke kapere Lehnings meget grundige og meget kemisk baserede indføring i biokemien, herunder enzymer, fordi der trækkes for store veksler på de kemiske forudsætninger. Bogen er jo blevet redigeret rigtigt mange gange og er også blevet mere omfattende over årene hvilket afspejler at emneområdet har undergået en rivende udvikling. Nye, vigtige og spændende landvindinger skal med. Men tiden er ikke fulgt med således at de studerende kan nå at fordøje de grundlæggende principper som er forudsætninger for at mestre mange af de ny og spændende erkendelser.

Den eksperimentelle erfaring i curriculum

Et særligt vigtigt karakteristikum ved de molekylære videnskaber (og andre eksperimentelt baserede naturvidenskaber) er at erkendelse i overvejende grad opnås via eksperimenter hvorfra der samles data som kan be- eller afkræfte en formodning (hypotese) om en sammenhæng i en opstillet model. Efter meget arbejde i den internationale forskningsverden bliver modellerne mere og mere udbyggede og detaljerede og fremstår herefter som veletablerede konsistente vidensområder der kan præsenteres i lærebøger og blive "pensum" for relevante studerende. Forfatterne konstaterer at de studerende har problemer med at følge centrale fremgangsmåder i denne videnskabsproces (her et biologisk assay), bl.a. i den biokemiundervisning der ikke indeholder laboratorieøvelser. Måske er det ved nærmere eftertanke ikke så underligt at det giver problemer med at forholde sig abstrakt til sammensatte eksperimentelle fremgangsmåder når de studerendes laboratorieerfaring trods alt er ret begrænset og netop ikke udbygges i kurset.

Forfatterne har desuden blikket rettet mod det faktum at studiearbejde i laboratoriet kan være tilrettelagt mere eller mindre effektivt i læringshenseende fordi de mål der forfølges ikke altid kan nås med det anviste program. At regne med at man kan lære "teori", er der fx ikke belæg for (Hodson, 1990, Hodson, 1993, Josephsen, 2003). Det der i al væsentlighed kan læres i et laboratorium, og som **ikke** kan læres uden at arbejde i et laboratorium, kan formuleres sådan (jf. Josephsen, 2003):

1. At øve færdigheder som
 - at observere og måle
 - at håndtere udstyr
 - at planlægge (eller designe) eksperimenter
 - at fortolke resultater
 - at kommunikere om eksperimentelt arbejde
2. At træne akademiske processer som
 - at identificere et problem (med et empirisk indhold)
 - at reformulere et problem
 - at anvise strategier for dets løsning
 - at vælge en strategi for dets løsning
 - at løse problemet
 - at evaluere løsningen
3. At opnå erfaring med fænomener og materialer (gennem aktiviteter rige på observation og håndtering) som gradvist akkumuleres som "tavs" viden (knowhow eller Fingerspitzengefühl).

Vanskeligheden for de studerende med at kunne forholde sig til lidt mere sammensatte eksperimentelle fremgangsmåder på et abstrakt plan (beskrevet som et essay) kan derfor betragtes som så godt som indbygget i undervisningssetuppet hvis dette ikke indeholder laboratoriearbejde overhovedet, eller hvis arbejdet i laboratoriet ikke er tilrettelagt efter at træne eksperimentelle kompetencer.

Basalt set er det naturligvis et curriculumproblem hvordan studiet tilrettelægges i spændingsfeltet mellem ambitionen om at de studerende skal kende faget og de seneste udviklinger i centrale emneområder i faget på det høje niveau, og kravet om at de skal blive hurtigere færdige. Så på kursusniveau er opgaven "kun" at tilrettelægge undervisningen med henblik på at optimere dens effekt under de givne omstændigheder. Det er også artiklens udgangspunkt.

Det virtuelle laboratoriums enzymcase og læringspotentialer

Forfatterne har med baggrund i konstaterede "forståelsesproblemer" ønsket at støtte de studerendes studier af enzymer med andre undervisningsformer ved at afprøve en IKT-ressource, det virtuelle laboratorium" (www.labster.com), som de har lod og del i udviklingen af. Jeg stiftede første gang bekendtskab med et lignende program som blev præsenteret på "IYC Conference for Nordic Chemistry Teachers" afholdt i Stockholm i efteråret 2011 i anledning af International Year of Chemistry. Jeg syntes straks godt om dets fine brugerflade og de forskellige features der omtales i artiklen. Labsters enzymcase kender jeg ikke i funktion og kan ikke tale med om hvor godt det

virker. Det er imidlertid hævet over enhver tvivl at der er potentialer i at anvende det i de skitserede kurser, alene i kraft af at det repræsenterer en fjerde form for undervisningselement ved siden af forelæsninger, regneøvelser og laboratorieøvelser. De studerende er jo også positive over for denne type aktivitet hvilket i sig selv er befordrende for læring – lysten driver jo (en del af) værket.

Som mangeårig iagttager af og ydmyg medspiller (Josephsen & Kristensen, 2006, Josephsen, 2006, Heilesen & Josephsen, 2008) ved introduktionen og anvendelsen af IKT i undervisningen har jeg set udviklingen fra et meget simpelt grafisk design (15 år tilbage) af en opstilling “oven på” et regneprogram, fx simuleringen af et reaktionskinetisk eksperiment med mulighed for at indstille eksperimentelle parametre såsom temperatur og initialkoncentration af flere komponenter og med resulterende data skrevet ud i en tabel og afbildet som en graf. Potentielt nyttigt som led i en undervisningssituation fordi resultatet af “korrekt udførte (virtuelle) eksperimenter” hurtigt kan sammenlignes når parametre varieres. Men der er mange måder at forfine dette på som helt sikkert er indarbejdet i Det Virtuelle Laboratorium med sit mere moderne design.

Min erfaring med simuleringsprogrammer af denne type er at de indeholder læringspotentialer:

1. De tilbyder en fjerde undervisningsorganisering og kan indgå i et velvalgt mix af forelæsning, regneøvelse, laboratorieøvelse og simulering. At variere undervisningsorganisering og -form virker erfaringsmæssigt bedre end at holde sig til en form i meget lang tid.
2. De tilbyder en samarbejdssituation mellem studerende der skal forhandle sig til hvilket skridt der skal tages for at komme videre i opgaven. At forhandle næste skridt kræver argumenter som i de gode tilfælde er baseret på voksende faglig indsigt eller erfaring hos de samarbejdende studerende.
3. De tilbyder en repetition af et laboratorieeksperiment under omstændigheder hvor selve udførelsen af de enkelte operationer ikke kræver opmærksomhed. Uvante procedurer i laboratoriet kræver ofte den fulde kognitive kapacitet, så der er meget lidt tilovers til samtidig at have fuld klarhed over hvad eksperimentet går ud på.
4. De tilbyder hastighed: at gentage et laboratorieeksperiment med andre startomstændigheder end der er tid til i laboratoriet. At brugeren har givet programmet urealistiske input, vil også let afsløre sig, og det er kvikt at få designet en ny udgangssituation. Erfaring med dårligt design af eksperimentet kan også indeholde læring, især hvis ikke det overskygges af udsigten til at man skal have lov til at lave hele laboratorieeksperimentet om en anden dag...

5. De tilbyder synergi med regneøvelser. Hvis sprog og procedurer indgår på en koordineret måde i regneøvelser og simuleringsprogram, kan de støtte hinanden ved fx at være en repetitionsscene for mere komplekse procedurer og assays.
6. De tilbyder at dvæle ved vanskeligheder med at forstå et trin eller en detalje, og med gode wiki eller hjælpefunktioner i programmet kan vanskeligheden ofte overkommes. At forstå en detalje kan være en forudsætning for at forstå helheden. I det mindste med en større grad af forståelse.

Desværre kan man ikke være sikker på at alle disse tilbud bliver vekslet til forøget læring. Og her er vi ved det vanskelige punkt: Selvom de studerende tager godt imod et initiativ af denne slags (og denne positive attitude er bestemt værdifuld i en hvilken som helst læringssituation) – har de så lært mere/bedre end hvis de ikke havde haft denne ressource i undervisningen?

Spørgsmålet er meget let at stille og af mange grunde vældigt svært at svare på. Men det er et af de grundlæggende mål for fagdidaktikken at bidrage til en forbedret undervisning i den forstand at de studerende opnår styrkede faglige kompetencer. Potentialet er afgjort til stede i virtuelle laboratorier.

Referencer

- Heilesen, S.B. & Josephsen, J. (2008). E-learning: Between Augmentation and Disruption? *Computers & Education* 50(2), s. 525-534.
- Hodson, D. (1990). A Critical Look at Practical Work in School Science. *School Science Review*, 71(256), s. 33-40.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards a More Critical Approach to Practical Work in School Science. *Studies in Science Education*, 22(1), s. 85-142.
- Josephsen, J. (2003). Experimental Training for Chemistry Students: Does Experimental Experience from the General Sciences Contribute? *Chemistry Education Research and Practice*, (4), s. 205-218.
- Josephsen, J. & Kristensen, A.K. (2006). Simulation of Laboratory Assignments to Support Students' Learning of Introductory Inorganic Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), s. 266-279.
- Josephsen, J. (2006). Netstøtte til undervisning i naturvidenskab. *Tidsskrift for Universiteternes Efter- og Videreuddannelse* 4(9) (Lokaliseret den 6. april 2015 på: <http://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/unev/article/view/4920>).