

Naturvidenskab og dannelse



Jens Højgaard Jensen,
IMFUFA, INM, RUC

Kommentar til Jens Dolin: "Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?", MONA, 2018-4.

Med erfaring fra at have været prorektor på RUC og studieleder for og projektvejleder ved den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC gennem en årrække genkender jeg meget i Jens Dolins (JD) artikel. Fx hvordan tværfaglighed vanskeliggøres af at enkeltfagene lukker sig om sig selv, og hvordan realiseringen af ideale uddannelsesambitioner vanskeliggøres af rent administrative hensyn og interessevaretagelseskampe. Men jeg kan ikke genkende JD's måde at koble naturvidenskabelig dannelse og tværfaglighed på. Der er mange grunde til at arbejde for tværfaglighed i uddannelserne. Men at "tværfaglighed, hvor det vigtigste i undervisningen ikke er fagene, men sagen", skulle være særlig egnet til at danne elever og studerende til et myndigt og meningsfuldt liv, og at enkeltfagene derimod i sig er instrumentelt orienterede, genkender jeg ikke. Kommentaren her handler derfor om hvordan jeg synes modsætningsparret enkeltfag/fagintegration og modsætningsparret instrumentelle hensyn/dannelseshensyn forholder sig til hinanden.

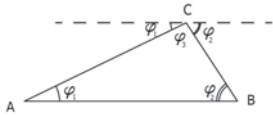
Når der tales om dannelse, synes jeg, på linje med JD, at det vigtigste at indholdsudvikle hænger sammen med det centraleuropæiske/nordiske dannelsesbegreb som drejer sig om det personlighedsformende i en persons uddannelsesforløb, til forskel fra det snævrere angelsaksiske begreb "scientific literacy" rettet mod mere specifik viden og specifikke færdigheder. Med fokusering på det personlighedsformende er det mere naturvidenskabernes mulige dannelsesbidrag end naturvidenskabelig dannelse det så drejer sig om. Samfundsvidenskaberne kan bidrage med manøvredygtighed i forhold til interessemodsætninger som del af dannelsen. Humaniora og kunst kan bidrage med udviklingen af moralske værdier og eksistentielle sandheder som dele af dannelsen. Tværfagligt projektarbejde rettet imod en sag kan bidrage med udviklingen af gåpåmod og struktureringsevner i komplekse sammenhænge og politisk dannelse hvis sagen er samfundsrettet. Hvad kan naturvidenskaberne bidrage med? Piet Hein har karakteriseret medlemmerne af C.P. Snows to akademiske kulturer, den humanistiske og den naturvidenskabelige, som henholdsvis "kultister" og "teknoter".

Som forfatter og tidligere fysikstuderende havde han selv et ben i hver lejr som han ligesom C.P. Snow med beklagelse fandt adskilt af en kulturkløft. Hvis nogle fandt at ordet "kultist" mindede om "okkult", og ordet "teknot" om "idiot", havde de forstået sagen rigtigt. Så måske burde naturvidenskaberne bidrage med at supplere elever og studerendes erfaringsunivers angående eksistentielle sandheder med et udbygget erfaringsunivers angående objektive sandheder – med eftertryk på erfaringer frem for filosofiske abstraktioner. Ikke mindst i en tid hvor "oplysningen" er under pres, er det måske vigtigt. Hvordan kan matematik, fysik, kemi, biologi og naturgeografi – integreret eller som enkeltfag – bidrage?

Når jeg bruger udtrykket objektive sandheder, skal det ikke forstås ontologisk, altså som universelle og eviggyldige sandheder. Som mange andre naturvidenskabsudøvere er jeg skeptisk over for tendentielt at diskutere videnskab som religion. Både i forhold til videnskab og religion er jeg agnostiker. Med objektive sandheder tænker jeg på sandheder der ikke er socialt konstruerede, praktisk talt. Selv er jeg fysiker og fysikdidaktiker. Som fysikdidaktiker er jeg generet af den angelsaksiske tradition for at reducere naturvidenskabsdidaktik og pædagogik til en naturvidenskabsagtig måle/veje-sag. Jeg synes først og fremmest at naturvidenskabsdidaktik er et socialt konstrueret refleksionsrum til vedligeholdelse af didaktisk og pædagogisk eftertænkning. Omvendt generer det mig som fysiker når folk uden for fysik gennemgående misforstår Kuhns kritik af Popper og de logiske positivister. Kuhn kritiserer deres ontologiske ambitioner. Man kan ikke hævde at paradigmet Einsteins relativitetsteori er nærmere en ontologisk sandhed end paradigmet Newtons mekanik da der ikke findes en ontologi til at afgøre sagen. Men Kuhn er selvfølgelig som uddannet fysiker klar over at Einsteins relativitetsteori pragmatisk set har større praktisk rækkevidde end Newtons mekanik. Og pragmatisk set er der ikke tale om konkurrerende paradigmer. Fx fungerer GPS-systemet blandt andet i kraft af et velfungerende samvirke mellem geometri, Newtons mekanik, Einsteins specielle relativitetsteori og Einsteins generelle relativitetsteori. Pragmatisk set leverer både geometri, Newtons mekanik og Einsteins specielle og generelle relativitetsteorier objektive sandheder til opbygningen af GPS-systemet. Kort sagt: De sandheder jeg oplever som fysiker og som fysikdidaktiker, er af meget forskellig karakter. Og for ikke at ende som enten teknot eller kultist er det måske i bredere almindelighed væsentligt at have erfaringer med begge slags sandheder.

Er det så tværfag eller enkeltfag der skal til for at elever og studerende erfarer selvoplevede objektive sandheder i naturvidenskabsundervisningen? Hvis der med naturvidenskab menes fagrækken matematik, fysik, kemi, biologi og naturgeografi, er svaret komplekst.

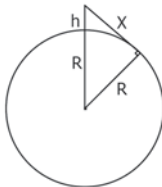
På figur 1 er beviset for at vinkelsummen i en plan trekant er 180° . Den stiplede linje tænkes at være parallel med linjestykket AB. Summen af vinklerne ved A, B og C, $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$, genfindes da som 180° ved C.



Figur 1. Bevis for at summen af vinklerne i en vilkårlig plan trekant, $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$, er 180° .

Jeg trækker beviset frem som illustration af kernen i matematik i et par tusinde år siden de gamle grækere: Man kan rationelt tænke sig til objektive sandheder. Beviset handler ikke om den konkret tegnede trekant, men om enhver trekant da det alene baserer sig på at der er tale om en trekant – sådan som beviser fungerer i matematik, modsat fx beviser af hvem der var forbryderen, eller hvilken bakterie der forårsagede sygdommen. Matematiske beviser bliver stående når de først er leveret, modsat sociale konstruktioner. Og oplevelser heraf er selvsagt personlighedsformende. Det personlighedsformende kan således være tæt knyttet til et enkeltfag.

På figur 2 optræder matematik modsat på udebane som modelleringsværktøj. Der er tale om det geometriske/fysiske problem at skaffe sig en formel til at vurdere hvor langt væk horisonten er når der skues ud over havet. Indsættes $h = 2$ m og $R \sim 6000$ km i $X = (2Rh)^{1/2}$, fås $X \sim 5$ km. Det er altså afstanden til horisonten når man står på strandbredden. Hvis vi står på toppen af Rundetårn med øjet ca. 16 gange så højt over havet som på strandbredden, ses det da af formelen at X er $(16)^{1/2} = 4$ gange større. Horisonten set fra Rundetårn er altså ca. 20 km væk.



$$(h+R)^2 = X^2 + R^2 \Rightarrow X = \sqrt{h^2 + 2Rh} \sim \sqrt{2Rh}$$

Figur 2. Udregning af hvor langt væk horisonten er. R er Jordens radius, h er øjenhøjden over havoverfladen, og X afstanden til horisonten.

Jeg trækker dette matematiske modelleringsproblem frem som eksempel på hvordan matematik typisk fungerer i sammenhæng med fysik. Med Einsteins ord: Make it as simple as possible, but not simpler. Vi har idealiseret Jorden til at være kuglerund, undladt at skelne imellem X og afstanden til horisonten langs jordoverfladen samt sat h^2 til nul sammenlignet med $2Rh$. Men vi har styr på tilnærmelserne så nøjagtigheden af horisontformlen kan vurderes. I den forstand er horisontformlen en objektiv sandhed og ikke en social konstruktion. Oplevelser af, ved hjælp af matematisk mo-

dellering, at kunne forudsige empirisk målbare forhold har selvsagt også for nogen haft personlighedsformende betydning – ikke siden de gamle grækere, som det er tilfældet med matematiske beviser, men siden den videnskabelige revolution. Her ligger næringssubstratet imidlertid ikke i et enkelt fag i gymnasiet eller folkeskolen. Det ligger mest oplagt i et tværfagligt samarbejde imellem matematik og fysik om matematisk modellering. Et samarbejde som vanskeliggøres af fagopdelingen (og i øvrigt også af adskillelsen af matematikdidaktik og naturfagsdidaktik fra hinanden).

Matematiske beviser og matematisk modellering kan bidrage med oplevelser af hver sin udgave af objektiv sandhed. Endnu mere betydningsfuld er imidlertid oplevelser der henter deres sandhedsværdi mere direkte i empiriske erfaringer end i rationelle overvejelser. Sådanne oplevelser har selvfølgelig eksisteret for alle til alle tider. Undervisningsproblemet er at formidle oplevelser af forskellen imellem generaliseringer ud fra enkeltstående erfaringer og tilvejebringelse af større eller mindre evidens afhængigt af anvendte metoder til erfaringsindsamling. Jeg nævnte i en tidligere artikel i MONA (2017-2) at jeg på et tidspunkt har været projektvejleder for en gruppe på den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC som interesserede sig for jordstråler, hvor jeg fik gruppen overtalt til at dreje projektet imod en komparativ modstilling af jordstråler og radioaktive stråler. Man kan hverken tage, se eller føle på hverken jordstråler eller radioaktive stråler. Hvordan kan vi fysikere da vide at der er evidens for det ene og ikke for det andet? Er der ikke blot tale om en fysikerfordom? Eksemplet viste mig at det der rykkede på de studerendes forståelse af hvad der er evidens for, og hvad ikke, ikke så meget var argumenter af bestemte slags som det var deres integrerede erfaringer gennem hele projektforløbet – på samme måde som man bredt i samfundet tydeligt kan opleve at stillingtagen til astrologi, alternative behandlinger m.m. mere afhænger af folks større eller mindre naturvidenskabelige forankringer end af modtaget videnskabsteori- undervisning. Kort sagt: Empirisk evidens er ikke så klar og entydig en størrelse. Den skal erfares i dens mange versioner. Det inviterer til et tværfagligt samarbejde herom mellem de empiriske/eksperimentelle fag fysik, kemi, biologi og naturgeografi i stedet for at hvert fag arbejder med problemstillingen uafhængigt af hinanden. Men det forudsætter at bredden af faglige input er til stede og ikke svækkes af administrative eller andre grunde, fx faglige interessevaretagelseskampe. Ifølge Smithers og Robinson (Smithers & Robinson, 2006) medvirkede oprettelsen af et sådant fag i folkeskolen i England imod hensigten til en faldende søgning til STEM-uddannelserne (Science, Technology, Engineering, Mathematics) og øget søgning til sundhedsuddannelserne fordi realiseringen gennemførtes af lærere med helt overvejende biologisk baggrund.

De forskellige naturvidenskabelige fag har – hver for sig og fagintegreret – forskelligt at bidrage med til udviklingen af elever og studerendes myndighed i kraft af dømmekraft om hvad der i praksis kan regnes for objektive sandheder, og hvad ikke. De

naturvidenskabelige fag er ikke ens konstitueret i forhold til tværfagligt samarbejde. I en nylig artikel (Jensen & Jankvist, 2018a) har Uffe Thomas Jankvist og jeg forsøgt at karakterisere fags forskellige konstituering i det hele taget. Samtidig har vi i en anden artikel (Jensen & Jankvist, 2018b) forsøgt at give et bidrag til fremme af tværfagligt samarbejde fagene imellem på trods af deres forskelligartethed.

Referencer

- Jensen, J.H. & Jankvist, U.T. (2018a). Disciplines and ways of perception: linking interdisciplinarity and competences. I: T. Sibbald (red.), *Teaching interdisciplinary mathematics* (s. 119-132). Champaign: Common Ground Publishing.
- Jensen, J.H. & Jankvist, U.T. (2018b). Disciplinary competence descriptions for external use. *Nordisk Matematikdidaktik (NOMAD)*, 23(2), 3-24.
- Smithers, A. & Robinson, P. (2006). *Physics in schools and universities II: patterns and policies*. Carmichael Press, University of Buckingham.