

OM FAGLIG-PÆDAGOGISK FORSKNING, DENS GENSTAND OG DENS METODOLOGI

Jørgen Aage Jensen

Tesen er at moden videnskab karakteriseres ved at viden akkumuleres, umoden videnskab ved at synspunkter og hertil knyttede iagttagelser afløser hinanden. Ambitionen er at skitser muligheden for at faglig-pædagogisk forskning bliver en moden videnskab.

Ud fra en opfattelse af grundlæggende træk i videnskabsbestræbelsen som skitseret i afsnittet AFGRÆNSNING AF GENSTANDSOMRÅDE, herunder en bestemmelse af begrebet videnskabelig iagttagelse, præsenteres dels en bestemmelse af genstandsområdet for faglig-pædagogisk forskning, dels en ramme for dets udforskning. I den foreliggende tekst er denne ramme skitse-mæssigt anført som en heuristik som ramme for antagelser og iagttagelser vedrørende menneskers tilegnelsesprocesser. I sin mere elaborerede form (Jensen & Nissen 1988) er heuristikken et forsøg på en nødvendig og tilstrækkelig bestemmelse af grundkategorier til beskrivelse og analyse af faglig-pædagogisk forskning.

Nogle eksempler på emner til faglig-pædagogisk forskning i overensstemmelse med den anførte bestemmelse og heuristik anføres.

Indledning

I det følgende vil jeg fremlægge nogle grundproblemer i forbindelse med faglig-pædagogisk forskning, dens genstandsområde og dens metodik. Grundlaget for fremstillingen er dels en opfattelse af hvad man kunne kalde mindstekrav til videnskabsbestræbelsen, dels et forsøg på at udnytte dele af nyere kognitionspsykologisk viden. Dette grundlag skitseres nedenfor.

Mit udgangspunkt er den tese, at når der er tale om faglig-pædagogisk forskning inden for matematiske og naturvidenskabelige forskningsområder vil det have betydning, for indhold og metode, at det faglig-pædagogiske forskningsfelt omfatter et 'møde' mellem moden videnskab og umoden videnskab. Betydningen kan bl.a. karakteriseres ved følgende forhold:

Et kendetegn for modne videnskaber (Sève 1978) er at viden inden for området *akkumuleres*. Det gælder fysik, biologi, kemi, som eksempler. I umodne videnskaber akkumuleres viden ikke; her *afløser* en viden en anden viden, undertiden med elementer overført, men som oftest med et helt andet grundlag, en helt anden opfattelse af, hvad der er forskningens genstand, metode og funktion. Tænk på litteraturvidenskab, historie, økonomi, for ikke at tale om pædagogik og psykologi.

Et andet kendetegn ved modne videnskaber er at formaliseringsgraden af viden om området er så høj, at man må betjene sig (fornuftigt) af logik/matematik til beskrivelse og analyse af sagforhold. Det betyder, at man undertiden, måske ofte, er klar over, hvad man taler om og kan formulere sine (u)enigheder med hensyn til videre fremfærd.¹

Et tredje kendetegn for betydningen er, at man i umodne videnskaber med (u)regelmæssige mellemrum må opsøge hvad der er kanoniseret som 'klassikere' inden for feltet for at få inspiration til at bearbejde nutidige problemer. Fra de senere år kan der nævnes eksempler som nylæsninger af Adam Smith og Ricardo, med henblik på at formulere og bearbejde nutidige problemstillinger inden for økonomi. Eller af Grundtvig og Kold inden for pædagogik, eller af Herodot inden for historie, eller af Dewey inden for psykologien². Men man har vel svært ved at forestille sig, at fysikerne skulle læse Aristoteles for at få inspiration til at tænke over nutidens frontproblemer i fysikken³.

Afgrænsning af genstandsområde

Bestemmelse af genstandsområde for faglig-pædagogisk forskning og nogle hovedlinjer i forskningsmetodologien er emnet for den foreliggende artikel.

Hvad der forskes i kunne måske formuleres således: *Hvordan kan bestemte, nærmere afgrænsede fagområders viden fremstilles/tilrettelægges/eksponeres, således at tilegnelsesprocesser hos den lærende person får en bestemt karakter, dvs. et bestemt forløb og resultat*; med andre ord, i den konkrete sammenhæng, et forhold mellem en moden videnskab og en umoden videnskab. På den ene side et gennearbejdet⁴, højt formaliseret, stærkt anvendt, vidensområde (fysik, matematik); på den anden side en søgen ud fra mere eller mindre klare forestillinger om læring, kognition og personlig udvikling (pædagogik, psykologi).

Denne modstilling har betydning blandt andet for de forventninger som aktører fra forskellige vidensområder i faglig-pædagogisk forskning kunne have til hinanden. I denne forbindelse vil jeg nævne, at det er min opfattelse, at videnskabeligheden, eller snarere: videnskabsbestræbelsen, grundlæggende er den samme både i det modne og det umodne område, uden at der hermed er taget stilling til om forskellige veje, 'naturvidenskabelige' og 'humanistiske' kan føre til videnskabelig erkendelse.

Denne bestræbelse realiseres i den videnskabelige tekst, hvor forfatteren fremlægger de ræsonnementer der forbinder iagttagelse af bestemte fænomener, fastholdt i et repræsentationssprog, med generelle antagelser, fastholdt i syntetiske udsagn. Disse udsagn kan have skikkelse af (hypo)-teser, fortolkninger, konklusioner, forklaringer, kommentarer m.fl.

Den videnskabelige tekst er altså et struktureret objekt, hvis formål er – via en symbolsk repræsentation af fænomener og deres relation inden for et område – at etablere teorier, modeller, systemer, som kan vurderes, valideres, undersøges, udvikles, gennem yderligere observation og analyse. Mellem iagttagelser fastholdt som ‘data’ og ‘teori’ må der være en kæde af argumenter der forbinder de to sæt af udsagn. Disse argumenter kan fremlægges på mange forskellige måder, men meget enkelt kan der skelnes mellem en kæde af argumenter der med udgangspunkt i ‘data’ når til konklusionen, og argumenter der med udgangspunkt i hypotesen søger en bekræftelse eller afkræftelse af denne med henvisning til iagttagelser; i første tilfælde vil der være tale om en empirisk-induktiv tekst, i andet tilfælde en hypotetisk-deduktiv tekst. I videnskabsarbejdet er disse to veje allierede, ikke modsætninger, med kontinuerlig vekslen mellem dem, og der kan ikke tilskrives den ene særlig status i forhold til den anden.

Sammenfattet indebærer denne videnskabelighed således et eksplicitere forhold mellem tre mængder af udsagn:

- mængden af deskriptive udsagn som fastholder hvad der anses for data
- mængden af fortolkende eller eksplanatoriske udsagn som udtrykker ‘teserne’
- mængden af mellemliggende udsagn som udgør den kæde af argumenter der forbinder de deskriptive og eksplanatoriske udsagn (Gardin 1981, 1988).

Jo stærkere formaliseret dette forhold kan fremstilles, desto mere moden videnskab. Under accept af denne opfattelse skulle der således være mulighed for udveksling af synspunkter.

Men, kunne man spørge, kunne problemet så ikke anskues som følger: Fra fysikken leveres en fremstilling, passende simplificeret, og fra pædagogikken/psykologien leveres en beskrivelse af hvordan tilegnelsesforløbet skal være? En så forenklet formulering af problemet er imidlertid uhensigtsmæssig.

For det første kan simplificeringsprincipperne for fysikken ikke hentes fra fysikken selv, men må udledes, eller bedre: præges dels af generelle forestillinger om hvad læring, kognition og personlig udvikling er, dels mere specifikt af forestillinger om det elevberedskab vedrørende undervisningsemnet der foreligger i den konkrete undervisningssituation. I lys af disse forestillinger skal gyldighedsbetingelserne for fremstillingen tydeliggøres, for at sikre at viden (den personligt tilegnede fremstilling) ikke bindes til fremstillingssituationen.

For det andet, i forlængelse af det foregående: med hensyn til beskrivelse af tilegnelsesprocessen er det et udgangspunkt, at man må tænke i *ændring af en eksisterende opfattelse* hos en person; der eksisterer en opfattelse i forvejen 'i' personen, inden undervisningen, som man ud fra faglig beskrivelse og pædagogisk/psykologiske mål må tænke i *ændringer i*, ikke etablering af.

For det tredje er det et centralt problem i psykologien, med vidtrækkende konsekvenser for pædagogisk praksis, hvorvidt man kan tale om indholdsneutral beskrivelse og analyse af personers læring og tænkning, eller om sådanne beskrivelser og analyser vil være præget af personens kendskab til det (faglige) område, hvorfra opgaverne til belysning af tankeprocesserne hentes. Problemet diskuteres i faglitteraturen under betegnelserne *domæneneutral* eller *domæneafhængig* beskrivelse af læring, tænkning og udvikling. Her skal domæne forstås som overordnede vidensområder såsom sprog, matematik, fysik.

Nu er det en forholdsvis veletableret kendsgerning, at en dagligdags fysisk erkendelse af omverden synes overordentlig resistent over for undervisning. Verden over, dvs. den vesterlandske verden, har man undersøgelser af og erfaringer med hensyn til børns og unges tilegnelse af fysik. Selv efter et stykke tid ind i universitær undervisning synes aristotelisk tænkning⁵ at præge menneskers forestilling om forekomst og forklaring af fysiske fænomener. Det må være tankevækkende. Ligeledes kan der erindres om den almindelige erfaring, at børns *formelle* matematikviden synes bundet til matematiktimerne, deres *formelle* biologividen til biologitimerne, og i øvrigt deres *formelle* sproglige viden til dansk-timerne. Kort sagt, en binding af indlærings'produktet' (som en dannelse i organismen) til selve indlæringsituationen, i modstrid med ofte fremførte mål, som netop angår potentiale for handlinger og udtryk (adfærd) uden for indlæringsituationen.

Om iagttagelse

Et træk ved den ovenfor skitserede opfattelse af mindstekrav til videnskabelighed er altså, at der skal eksistere et ekspliciteret forhold mellem teori og iagttagelse, mellem begreber og observationer, mellem ens forestillinger om fænomenets/forskningsgenstandens indretning og funktion og dets/dens 'opførsel'. Med den anførte forskningsgenstand: *tilegnelse af faglige begreber i forhold til en faglig fremstilling (domænefremstilling)* er det naturligvis et interessant problem at gøre sig klart hvad man kan mene med at iagttage; iagttage læreprocesser, iagttage tilegnelsesprocesser; kan vi gå ud og kigge på dem, f.eks. i klasseværelset;⁶ det er dog et sted hvor vi med rimelighed kunne formode at de forekommer?⁷

På baggrund af det foregående er det imidlertid ikke den 'fordomsfrie' iagttagelse der skal anlægges, ingen iagttagelse er 'teorifri'. Man skal vide hvad man kigger efter⁸, og det er den videnskabelige kiggen efter der må være ærindet. Et forsøg på bestemmelse af hvad der menes med dette er følgende:

Videnskabelig iagttagelse er ensbetydende med opsøgning og registrering af fænomener, hvis forekomst

- *er afledt af hypoteser/modeller/teorier om genstandsområdet (in casu: forholdet mellem domænefremstilling og tilegnelsesproceskarakteristika).*
- *kan virke tilbage på ens hypoteser/modeller/teorier om genstandsområdet (in casu: forholdet mellem domænefremstilling og tilegnelsesproceskarakteristika).*

Som nævnt ovenfor er den faglig-pædagogiske forskning ikke (endnu) på et niveau, hvor et sådant klart specificeret forhold kan etableres. På den anden side står vi ikke på bar bund. Vi ved en smule om tilegnelsesprocesser, noget som må have betydning for overvejelser over domænefremstillingen, og vi har mange praktiske erfaringer med den forenkledte fremstilling.

Nogle almene aspekter ved tilegnelsesprocesser

Nogle almene aspekter ved tilegnelsesprocesser som er af betydning i denne sammenhæng kan nævnes:

- mennesker synes tilbøjelige til at opsøge og holde sig til konfirmatorisk evidens, når de stilles over for problemer af induktiv-deduktiv karakter; de skal tilskyndes kraftigt til at opsøge og udnytte falsifikatorisk evidens,
- og i forbindelse hermed: negation synes vanskelig at 'forstå';
- 'logisk tænkning' (således som formaliseret i sandhedstabeller) synes mulig inden for domæner som man har kendskab til, men ikke som generaliseret kompetence, eller snarere: indtil nu svært opnåelig som generaliseret kompetence (Wason & Johnson-Laird 1972);
- eksponentielle forløb synes svært håndterbare (Dörner 1983);
- tænkning i kausale serier falder lettere end tænkning i kausale netværk, først og fremmest demonstreret i forbindelse med forskning i systemdynamiske opgaver, dvs. opgaver hvor der eksisterer feedback relationer mellem opgaveelementerne (Dörner 1983);
- dagligdags tilegnelse af kategorier og begreber synes karakteriseret ved at kategorien dannes rundt om et særligt karakteristisk eksemplar af kategorien. Elementers tilhørsforhold til kategorien er bestemt ved 'familielighed', dvs. hvor godt de ligner det typiske element; videnskabelige kategorier og begreber søges etableret på anden måde, nemlig ved en specifikation af nødvendige og tilstrække-

lige attributter, som hvis tilstedeværelse hos et givet element bestemmer om det tilhører kategorien eller ikke tilhører kategorien. I faglitteraturen diskuteres spørgsmålet som henholdsvis prototypisk og logisk-intensionel kategorisering (se f.eks. Lakoff 1987).

Sådanne aspekter skal overvejes i lys af domænekarakteristiske begreber og tænke måder som skal tilegnes. Hvordan kan fremstillingen tilrettelægges under hensyntagen hertil?

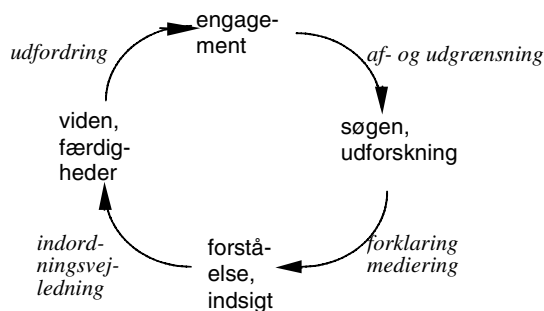
En heuristik

Hvad det gælder om er at forsøge at stille spørgsmål som vil influere på opfattelsen af hvordan fremstillingen skal udformes, i lys af forestillinger om betydningsfulde faser i tilegnelsesprocessen. Med andre ord, det gælder om at opstille en heuristik, en ledetråd med hensyn til hvilke spørgsmål man vil stille og hvorvidt disse kan anses for frugtbare, en specifikation af veje ad hvilke vi (muligvis/formentlig) kan blive klogere.

Tentativt har min kollega og jeg ved lejligheder forsøgt os med følgende⁹, som jeg altså hermed også forelægger i denne sammenhæng, som et forslag til konkretisering af den faglig-pædagogiske forskningsproces.

Heuristikken er et forsøg på at tænke almenpsykologiske overvejelser sammen med overvejelser over indhold og pædagogisk intervention. Den er et forsøg på en fremstilling af 'den idealiserede erkendelsesproces', som er kernen i undervisning og læring. Heuristikken er fremstillet i figur 1. Hensigten med figuren er i enkle udtryk at udpege de kognitive processer og de interventionsformer, som vi anser for heuristisk betydningsfulde (de førstnævnte angivet med fed skrift, de sidstnævnte med kursiv), og at ordne dem i begrebsmæssig rækkefølge og relation.

En kortfattet bestemmelse af heuristikkens begreber skal anføres. Først de begreber der betegner kognitionsprocesser.



Figur 1. Oversigt over fundamentale kognitions- og interventionsprocesser i faglig-pædagogisk forskning (Efter Nissen, unpubl.)
Se teksten for en nærmere bestemmelse af betegnelserne.

Med betegnelsen *engagement* henvises til måden hvorpå eleven involverer sig eller reagerer på opgaven/undervisningsstoffet, overordnet beskrevet som enten unddragende sig eller påtagende sig opgaven/stoffet. Med betegnelsen *søgen/udforskning* henvises til kognitive processtyper som angår individets sensitivitet over for opgavens/stoffets elementer og egen erfaringssituation. Med betegnelsen *forståelse/indsigt* henvises til kognitionsprocesser der viser om opgaveløsningen/stoffet kan indordnes som en konsekvens af regler og lovmæssigheder, eller som et midlertidigt 'særtilfælde', med iboende betydningsfuldhed, men uden umiddelbart indlysende konsekvenser for handling. Med betegnelsen *viden, færdigheder* henvises til individets kognitive struktur, hvis essens er at erfaringer med omverden ordnes i systemer der styrer målrettet handling, bevægelse, skrift og tale. I faglitteraturen diskuteres denne instans under betegnelser som *schemaer, scripts* og *frames*.

Dernæst en kortfattet beskrivelse af betegnelserne for pædagogisk intervention.

Med betegnelsen *udfordring* henvises til lærerens arrangement, i form af en opgave(situation), hvor konsekvenser af elevens forståelse kan vise sig problematisk, modsigelsespræget. Med betegnelsen *af- og udgrænsning* henvises til lærerens afgrænsning af elevens søge-/udforskningsrum, med henblik på ophævelse af det problematiske, det modsigelsesprægede. Denne afgrænsning vil også være bestemt af udfaldet af engagementsprocessen. Med betegnelsen *forklaring/mediering* henvises til lærerens fremstilling af/kommentar til stoffet i relation til den måde eleven har bearbejdet opgaven/stoffet på. Med betegnelsen *indordningsvejledning* henvises til en intervention hvis resultat skal være, at gyldighedsområdet for løsningen, forklaringen skal fremstå, ud fra den forudsætning at en hvilken som helst forklaring er begrænset ved at være forbundet med særlige betingelser og forudsætninger. Hvilket igen har betydning for de udfordringer læreren kan opstille!

Yderligere differentiering af samtlige kategorier i modellen skal nødvendigvis finde sted, når konkrete problemstillinger skal formuleres og bearbejdes.

Heuristikens værdi skal bedømmes ud fra de spørgsmål den giver anledning til vedrørende 1) kognitionsprocesser og interventionsmuligheder, og 2) 'opgavens', eller mere generelt: undervisningsindholdets egnet i den pædagogiske sammenhæng.

Om heuristikens potentiale

I det følgende vil en samling spørgsmål blive anført som skal illustrere potentialet i heuristikken. Spørgsmålene drejer sig om kognitionsprocesser og interventionsprocesser, og om bedømmelse af et givet problem, eller et givet undervisningsindholds værdi.

Spørgsmål angående kognitionsprocesser og interventionsprocesser

Hvilke færdigheder skal udfordres, bygges videre på? Og skal der sigtes mod konsolidering/udvidelse af viden, eller omstrukturering af viden (idet det forudsættes at forskellen kan præciseres)?

Howdan skal disse færdigheder udfordres? Her tænkes på spørgsmål angående materialevalg, procedurevariation, med henblik på at synliggøre en eksisterende kompetences begrænsninger.

Hvilken form for engagement beforder arbejdet med udfordringen? Ikke alle 'motiver' er lige gode.

Howdan afgrænses handlerummet, hvilke synsvinkler kan anlægges, så væsentligt fremhæves og uvæsentligt udgrænses? Hvad vil det i det hele taget sige at anlægge en synsvinkel? Howdan støtte børnenes koncentration gennem den 'ydre' tilrettelæggelse?

Hvad orienterer den lærende sig imod? Bruges analogier, metaforer, ligheder med tidligere situationer, er de heuristiske, dvs. følger tommelfingerregler, som de er sig bevidst?

I den næste fase: er forklaring nødvendig? (hvad består en forklaring i?) Eller en anvisning på en fremgangsmåde? En påmindelse om hvad den lærende tidligere har været ude for? Hvilken 'begivenhed' fører til en indsigt hos den lærende?

Er den lærendes forståelse den samme forståelse som den undervisende havde i tankerne?

Howdan fortælles det, at den erhvervede forståelse gælder under særlige vilkår, har begrænset gyldighed, og hvordan fortælles om denne gyldigheds grænser og karakter?

Howdan indpasses forståelsen, færdigheder og indsigter, i den kompetence som den lærende havde i forvejen? Er der tale om en konsolidering/udvidelse af eksisterende forestillinger ('mental model'), eller er der tale om en omstrukturering? (Nogle vil tænke i piaget'ske termer: assimilation og akkomodation)

Spørgsmål angående undervisningsindhold

Hvornår er et emne godt, et problem velegnet? Jævnfør de foregående spørgsmål:

Når det udfordrer nogle kundskaber og færdigheder børnene har i forvejen, og som rummer brugbare elementer på længere sigt.

Når det er *tilpas* provokerende, dvs. ikke medfører så megen frustration, at det forhindrer børnene i at være sagsorienterede.

Når det fremtræder overskueligt, med rimeligt klare præmisser og forståelig instruktion.

Når løsningsmåder der bearbejder problemet kan illustrere brugsværdien af alment brugbare orienterings-, tænke- og fremgangsmåder (jfr. de ovennævnte almene træk).

Når det gør børnenes overvejelser iagttagelige, således at pædagogisk intervention kan præciseres.

Når den opnåede viden reelt har udvidet deres kompetence i forhold til tidligere. Den nærmere konkretisering af dette punkt vil omfatte de ovenfor nævnte konsolidering/udvidelses-, eller omstruktureringshensigter for den pågældende situation.

Når dets virkelighedsbaggrund og gyldighedsområde er til at beskrive på forståelig måde.

Sådanne spørgsmål og påstande kunne forekomme banale; det gør dem imidlertid ikke mindre betydningsfulde; for konkretiseringerne af dem i specifikke domæner og problemstillinger herindenfor, såvel som svarene på dem, vil ikke være banale.

Udkast til konkretisering

I det følgende anføres nogle forsøg på konkretisering af emner, hvis bearbejdelse indebærer faglig-pædagogisk forskning, i den foran anførte betydning, inden for 'naturvidenskaberne', som til lejligheden inkluderer Informatik. Konkretiseringen sker på baggrund af en vurdering af at forskningsarbejdets rammer er ændret:

- fra en implicit, ideologisk funderet, kutymbaseret frihed i emnevalg og afgrænset tidsfordeling knyttet til den enkelte videnskabeligt ansatte,
- til en eksplicit, ligeledes ideologisk funderet, ledelses- og projektstyring af art og omfang af faglig-pædagogisk forskning med konsekvenser for de videnskabeligt ansatte.

Spørgsmålet er da om der i dette konglomerat af områder kan formuleres forskningsprojekter, eller tilføjelser til forskningsprojekter, eller drejninger af forskningsprojekter, eller – endelig – særlig vægtning af sider af forskningsprojekter, som

- reelt kunne interessere på tværs af områder(ne), og
- som kunne have videnskabeligt perspektiv og respektabilitet, og samtidig ligge inden for de politisk afstukne rammer for forskningen.

Behandlingen af spørgsmålet kunne ses som et bidrag til diskussionen om tværfaglighed. I de næste afsnit vil jeg søge at præcisere hvor de efterfølgende forslag til konkretisering skal placeres med hensyn hertil.

Den enkleste betydning kunne betegnes som fagkoordination, som indebærer en tidlig koordination af forskellige skolefag. I orientering beskæftiger man sig med Grønland, i musiktimerne synger man grønlandske sange. En lidt mere kompliceret betydning kunne betegnes som instrumentel. Heri ligger at faglige begreber fra et område 'leverer' forklaring på fænomener i et andet fagligt område, såsom at kemiske forhold forklarer et biologisk problem, fysiske forhold et fysiologisk problem osv.

Det karakteristiske for disse betydninger af tværfaglighed er at de enkelte fags videnskabsteoretiske grundlag, tænkemåder og status ikke behøver at inddrages.

En egentlig tværfaglighed, som jeg finder efterstræbelsesværdig, men vanskelig, må forudsætte at udøvere af enkeltfag kan indordne deres viden i en tværvidenskabelig referenceramme. En sådan referenceramme foreligger ikke som konventionelt accepteret, men tværfagligheden kan tænkes etableret for så vidt man kan sammenligne de måder hvorpå forskellige områders fænomener og objekter bringes til til at foreligge, og de måder som lovmæssigheder formuleres på (jfr. ovenfor om de grundlæggende træk i videnskabsbestræbelsen), med konsekvenser for hvad der betragtes som empiri og hvad der betragtes som forklaring af fænomener (se Jensen & Nissen 1988).

De følgende udkast er forsøg på at antyde nogle emner som kunne tilføjes eksisterende projekter, eller være selvstændige forgreninger på eksisterende projekter, eller udgøre nye projekter. Spørgsmålet er videre om arbejdet med emnerne kunne tilrettelægges så man kunne udnytte kursister og studerende i forbindelse med bestemte, teoristyrede iagttagelser?

For alle emnerne gælder det, at det kunne se ud til at vi i den ene ende har en naiv realisme og i den anden ende en højt formaliseret, matematisk/logisk formuleret teori eller model, og vi har det væsentlige pædagogiske og psykologiske problem at 'forbinde' enderne.

Børns data-begreb

Børns data-begreb: en kortlægning og analyse, med henblik på formulering af undervisningsmæssige retningslinjer for forholdet mellem *iagttagelse* og *teori*.

Et *delemne* i et sådant projekt kunne dreje sig om en forståelse af computeren:

- Hvad er det for en forståelse der sigtes mod med hensyn til computerens indretning, virkemåde og funktionelle potentiale? Hvad er det for en model af computeren vi ønsker skal være tilegnelsesmål? (nogle aspekter i målbeskrivelsen kunne være: generisk maskine, informationstransport i et elektronisk system, operativsystem-program-data, opbevaring af data, fremvisning af data, punktorienteret/objektorienteret lagring af data)?
- Hvad er det for en mental model der eksisterer i forvejen? Hvilke elementer og forbindelser imellem dem foreligger i forvejen? (skærm, tastatur, drev, cpu en samlet klump, eller differentieret, og hvordan? eksempel: to skærme på samme maskine betyder for nogle at der er 'to computere').
- Konfrontation af de to modeller, med henblik på ændring/ophævelse af dagligdagsmodellen.

Matematikforståelse uden for matematiktimerne

Hermed menes et studium af elevernes matematiske forståelse i situationer som ikke er formgivet af matematikundervisningen; eksempelvis: hvordan bruger de matematikken i forbindelse med fysik-problemer? eller: hvordan studerer eleverne 'statistikker' i samfundsfag?

Børns elektricitets-forståelse

Børns elektricitets-forståelse; en kortlægning og analyse, og et observationsmønster (en række observationssituationer til brug for læren).

Hvilke erfaringer skal gøres, og hvordan skal de gøres for at opnå en 'videnskabelig' forståelse af elektricitet? hvormed naturligvis ikke menes en korrekt og uflyttelig forståelse, men en forståelse hvor personen er *medlærende* (Jensen & Nissen 1988) om emnets grænser, forklarings gyldighedsområde og iagttagelsesbetingelsers altid særlige beskaffenhed.

For elektricitet, som for mange andre emner inden for fysikken, vil der efter foreliggende erfaringer være opbygget en samling forestillinger ud fra dagligdags omgang, som vi kan se er meget solidt etableret; blandt andet fordi de ser ud til at virke i den begrænsede iagttagelsessituation som dagligdagen jo i virkeligheden er. Men adskillige videnskabelige begreber er strikte kontra-commonsense (et eksempel fra mekanikken: antagelse om et objekts bevægelse opretholdes indtil kræfter påvirker det, noget som eksempelvis har betydning for ændring af det aristoteliske impetusbegreb).

- Hvordan karakteriseres den kompetence der sigtes imod? Hvilken fysisk model, begreber og relationer, i hvilken specificeringsgrad, formaliseringsgrad, kan anføres som 'tilegnelsesmodel'? I denne forbindelse skal man være opmærksom på en uheldig dikotomi mellem konkret og abstrakt forståelse. Vi ønsker, tror jeg, hverken en 'konkretistisk', situationsbundet, hændelsesorienteret viden, eller en begrebsformalisering løsrevet fra iagttagelse og erfaring.
- Elevens eksisterende 'mentale model' angående 'elektricitet' må kortlægges. Hvilke metaforer kan bruges? Hvilke elementer indgår? Hvilke forestillinger angående virkemåde eksisterer? Hvilke forestillinger om energi haves? Er elevens mentale model konsistent, inden for sine – særegne – begrænsninger?
- Disse to beskrivelser må konfronteres for at bringe *ændringer* i elevens dagligdags, aristoteliske fysikopfattelse i retning af den videnskabelige beskrivelse og analyse af fænomenet. Disse ændringer vil være betinget af interventionsmåder som bl.a. vil dreje sig om: Hvilke udfordringer kunne udfordre hvilke beredskaber? Hvilke rammer kunne lægges for indordningsvejledningen? (jfr. heuristikken, side 7-9).

Det har været foreslået, at man som både *pædagogisk stillads* og som betegnelse for en *kognitiv repræsentation* kunne betegne sig af begrebet 'kvalitativ tænkning', kvalitativ problemløsning. Lad mig illustrere dette med et simpelt eksempel: I et elektrisk kredsløb kan en lampe lyse under bestemte betingelser. En formulering af problemet som et enten-eller kunne lyde således: hvis jeg trykker på denne kontakt, vil lampen så lyse? Med passende anordninger (f.eks. modstande) indsat, kunne spørgsmålet inddrage transitivitetsbegrebet: vil lampen lyse stærkere eller svagere, når disse anordninger er indsat? Og endelig i formaliseret form: her er værdierne for de forskellige anordninger: Beregn lysstyrken hvormed lampen vil lyse (Jensen 1994).

NOTER

1. Måske er psykologi ved at etablere sig som en moden videnskab. Modeldannelser inden for det kognitionsfelt der betegnes perception kunne tyde herpå. Se også Mammen, 1983.
2. På en kongres jeg for nylig deltog i var afslutningsforedraget af en af tidens berømtheder inden for AI. Vedkommende var utilfreds med tilstanden inden for dette område, af flere gode grunde, og foredraget havde som inspiration en, i øvrigt efter min mening væsentlig, artikel af John Dewey fra 1896, om *the reflex arc concept in psychology!*
3. Men hvad med Goethes farvelære? Er den en udfordring for nutidens fysik?
4. Hvilket naturligtvis ikke indebærer, at der vides alt hvad vides kan, at der ingen »problemer« er i området.
5. Lewin, 1935.
6. Et konkret eksempel på forskning i overensstemmelse med den side 7-9 anførte heuristik kan ses i Collings og Stevens' undersøgelse af karakteristiske træk ved den »dygtige lærer«s undervisning (Collins & Stevens 1982).
7. Men jeg tror at det er vigtigt at erindre sig, at tilegnelse af viden om omverden, fysisk, kemisk, matematisk, informatisk(!), også foregår uden for klasseværelset, og studier af dette, specielt med henblik på at skærpe beskrivelsen af »naturligt« tilegnede »mentale modeller« kunne være perspektivrige.
8. uden derfor at frakende serendipiteten eksistens eller betydningsfuldhed. (Webster's: serendipity: the faculty of finding valuable or agreeable things not sought for).
9. Referencen for dette forsøg er: Jensen & Nissen 1988.
10. Det generelle metodiske krav drejer sig her om hvad jeg vil kalde »sитуering« af iagttagelsen, hvilket betyder, at jo flere beslutninger barnet skal tage i opgaveløsningen/stofbearbejdelsen på sin vej til målet, desto bedre iagttagelsessituation.

REFERENCER

- ANDERSON, J.R. (1990): *Cognitive Psychology and its Implications*. 3rd ed. New York, W.H. Freeman.
- COLLINS, A. & STEVENS, A.L. (1982): *Goals and Strategies of Inquiry Teachers*. I: Glaser.
- DÖRNER, D. et.al. (1983): *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Bern, Hans Huber.

- GARDIN, J.-C. (1981): *La Logique du plausible*. Essais d'épistémologie pratique. Paris, Éditions de la maison des sciences de l'homme.
- GARDIN, J.-C. (1988): *Artificial Intelligence and Expert Systems*. Chichester, UK, Ellis Horwood.
- GLASER, R. (ed.) (1982): *Advances in Instructional Psychology*. Vol. 2. Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum.
- JENSEN, J. A., & NISSEN, T. (1988): Pædagogik, psykologi, hypermedier. *Psyke & Logos*, 9 (2), 419-442.
- JENSEN, HØJGAARD J. (1994): Foredrag, DLH, april.
- LAKOFF, G. (1987): *Women, Fire, and Dangerous Things*. Chicago, The University of Chicago.
- LEWIN, K. (1935): *A dynamic theory of personality*, selected papers. New York, McGrawHill.
- MAMMEN, J. (1983): *Den menneskelige sans*. Et essay om psykologiens genstandsområde. København, Dansk Psykologisk Forlag.
- NISSEN, T.: *Om dygtiggørelsens pædagogik*. Manus, upubl.
- SÈVE, L. (1978): *Marxisme og personlighedsteori*. København, Rhodos, 1978.
- WASON, P.C. & JOHNSON-LAIRD, P.N. (1972): *Psychology of Reasoning. Structure and Content*. London, Batsford.