

12-10-2004 (Utkast)

OM ÄMNESDIDAKTIKENS IDENTITET OCH VÄG

Björn Andersson
Enheten för ämnesdidaktik
IPD, GU

OM ÄMNESDIDAKTIKENS IDENTITET OCH VÄG

1 ÖVERSIKT

Människans tankar, beslut och handlingar beror av hennes föreställningar om det hon tänker på, beslutar om och handlar gentemot. När det gäller ämnesdidaktik och ämnesdidaktisk forskning finns det alltså all anledning att fråga sig: 'Vilken är min föreställningsvärld?' Ett sätt att bearbeta frågan är att jämföra sina föreställningar med andra inom området. Därför presenteras i det följande några föreställningar om ämnesdidaktisk forskning – för jämförelser och för diskussion.

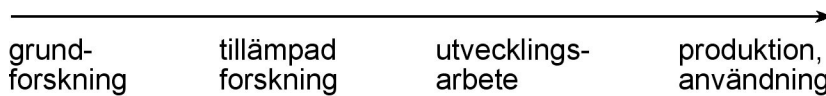
Först beskrivs en forskningstypologi i form av en fyrfältstabell. Den kan ge upphov till frågor om i vilket fält läsaren själv bedriver sin verksamhet eller var den ämnesdidaktiska forskningen bör vara. Sedan presenteras ett forskningsprogram som utvecklats vid avdelningen för naturvetenskap. Hjälper det till att profilera ämnesdidaktiken som kunskapsområde? Är det tillämpligt på andra innehåll än naturvetenskap? Behövs andra ämnesdidaktiska forskningsprogram? I så fall varför och på vad sätt kan de förväntas föra ämnesdidaktiken framåt? Avslutningsvis kommer några rader om vad det är som motiverar att ämnesdidaktik tar plats som ett unikt område i den stora akademiska familjen av olika specialiseringar. Formellt har ämnesdidaktiken nått denna status. Men hur är det reellt? Behöver det unika med ämnesdidaktiken stärkas? Hur skall det i så fall gå till?

2 EN FORSKNINGSTYPOLOGI

En linjär modell – grundforskning först, applikationer sedan¹

Efter andra världskrigets slut utarbetades i USA en rapport, 'Science, the Endless Frontier', som med emfas betonade vikten av grundforskning, enbart inriktad på generell förståelse och utan tanke på praktiska tillämpningar. Krav på applikationer antogs hämma kreativiteten. Resultaten av denna forskning förväntades fungera som en motor för teknologiska framsteg och ekonomisk utveckling. Genom tillämpad forskning och utvecklingsarbete skulle grundforskningens upptäckter omvandlas till innovationer som kunde tillgodose olika behov i samhället. Relationen mellan grundforskning och tillämpning uppfattades med andra ord som linjär – se figur 1.

¹ Avsnittet bygger på följande arbete: Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's quadrant. Basic science and technological innovation*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.



Figur 1. En linjär modell av relationen grundforskning - praktisk användning.

Den linjära modellen, som är en vanlig föreställning än i dag, har en lång historia. Rötterna finns i antikens Grekland, där man gjorde åtskillnad mellan naturfilosofi och teknisk-praktisk verksamhet. Filosofin var förbehållen en intellektuell elit. Den hade inget praktiskt syfte men väl betydligt högre status än manuellt arbete.

Om vi så gör ett raskt hopp till 1800-talet finner vi exempelvis i Tyskland att universiteten ägnade sig åt Wissenschaft, under det att teknologin utvecklades vid Technische Hochschulen. Och går vi fram till efterkrigstiden kan vi konstatera att det linjära tänkandet enligt figur 1 dominerade forskningspolitiken i USA.

Här noteras som en parentes att de svenska lärarhögskolornas organisation på 60-talet företedde en institutionaliserad separation mellan vetenskap och praktiskt arbete i skolan. Enligt dåvarande stadga skulle forskning ske vid dessa högskolors pedagogiska institutioner. Den svåra konsten att bedriva bra undervisning i vanliga klassrum fick metodikinstitutionerna ägna sig åt. Kanske var det den linjära modellen som styrde valet av denna organisation.

En fyrfältsmodell av forskning²

Men verkligheten har visat sig vara betydligt mer komplex än den linjära modellen. Ett exempel är Louis Pasteurs arbete. Särskilt under senare delen av sin karriär ställdes han inför olika praktiska problem, t.ex. att förhindra att vin och öl försämrades i kvalité och att förebygga sjukdomar. Under arbetet med dessa problem utvecklade han vetenskapen mikrobiologi.

Att placera Pasteur på en lämplig punkt i figur 1 blir således svårt. Han strävade både efter grundläggande vetenskaplig förståelse och praktisk användning. Ett sätt att lösa svårigheten är att övergå till två dimensioner. Se figur 2. Längs den horisontella axeln anges 'grad av tillämpning', längs den vertikala 'grad av grundforskning'. Nu kan Pasteurs arbete karaktäriseras med en punkt, som ligger högt på båda axlarna.



Figur 2. Pasteurs placering i ett tvådimensionellt begreppsrum.

En förenkling av figur 2 är att göra om den till en fyrfältstabell. Se figur 3!

² Avsnittet bygger på det arbete av Stokes som angavs i förra fotnoten.

Kvadranten för ren grundforskning representeras av Niels Bohr, som i början av 1900-talet gjorde banbrytande teoretiska landvinningar inom atomfysiken utan tanke på tillämpningar. Den nedre högra kvadranten exemplifieras av Thomas Alva Edison, som utvecklade kommersiellt gångbar elektrisk belysning bl.a. genom att tillämpa den gren av fysiken som kallas ellära, men utan att lämna några vetenskapliga bidrag till denna. Den nedre vänstra kvadranten är inte tom. Den innehåller t.ex. systematiska undersökningar av specifika fenomen utan tanke på tillämpning eller teoribygge.

		Söker forskningen praktisk användning?	
		NEJ	JA
Söker forskningen teoretisk förståelse?	JA	Ren grundforskning (Bohr)	Användarinspirerad grundforskning (Pasteur)
	NEJ		Ren tillämpad forskning (Edison)

Figur 3. Fyrfältsmodell av forskning.

Fyrfältsmodellen använd på ämnesdidaktisk forskning

Låt oss nu tillämpa fyrfältsmodellen på ämnesdidaktik. Jag tar här, liksom i fortsättningen, mitt eget område som exempel, men känner mig ganska övertygad om att resonemangen också kan appliceras på andra innehåll. Betrakta figur 4! En person vars forskningsresultat under många år påverkat ämnesdidaktik inriktad mot naturvetenskap är Piaget. Han var genetisk epistemolog, dvs. inriktad på generell förståelse av hur kunskap uppstår och utvecklas. Hans vetenskapliga verksamhet hör hemma i Bohrs kvadrant. Men Piagets teorier och resultat tillämpas i undervisningssammanhang, dvs. kommer till användning i Edisons kvadrant.

		Söker forskningen praktisk användning?	
		NEJ	JA
Söker forskningen teoretisk förståelse?	JA	Piaget	?
	NEJ	Systematiska kartläggningar, t.ex. nationella utvärderingar	Utveckling av undervisning (kursplaneprojekt, undervisningsexperiment)

Figur 4. Fyrfältsmodellen tillämpad på ämnesdidaktisk forskning

Exempel på arbete i nedre vänstra kvadranten är nationella utvärderingar. Dessa syftar inte till teoriutveckling och bara indirekt till att lösa praktiska problem såsom förbättring av undervisningen. Men de sker systematiskt med vetenskapliga metoder för urval och databearbetning. Därför hör de hemma i den nedre vänstra kvadranten. Det vunna kunnandet kan exempelvis leda till att problem identifieras.

Exempel på arbeten i Edisons kvadrant är undervisningsexperiment i syfte att förbättra elevernas möjligheter att lära. Liksom Edison utnyttjar man under arbetet all relevant kunskap som man känner till, men lämnar knappast bidrag till grundläggande vetenskaplig förståelse. Konstruktivistiska och socialkonstruktivistiska ansatser är vanliga i denna typ av arbete.

Finns det någon ämnesdidaktisk forskning i Pasteurs kvadrant?

Det är värt att notera att en fyrfältstabell är fyrkantig inte bara i bokstavlig utan också överförd bemärkelse, dvs. det är inte alltid så lätt att placera verksamheter i det ena eller andra fältet. Hur är det t.ex. med fenomenografin och den sociokulturella ansatsen? Jag hänför båda dessa ansatser till Bohrs kvadrant, eftersom de inte drivs av en strävan att försöka lösa praktiska skolproblem utan syftar till att uppnå grundläggande vetenskaplig förståelse av hur människan erfar sin omvärld respektive kommunicerar i olika sammanhang. Resultat från de båda ansatserna kan användas då man arbetar med praktiska problem i Edisons kvadrant.

3

FORSKNINGSPROGRAM – DESIGN OCH UTVÄRDERING AV UNDERVISNINGSSSEKVENSER

Framväxt

Rubricerade forskningsprogram har växt fram inom avdelningen för naturvetenskap. Det började med de nationella utvärderingarna 1992 och 1995, dvs. genom arbete i nedre vänstra kvadranten i figur 3. Dessa pekade på att eleverna inte lärde sig så mycket som vi hoppats. Vi³ ansåg detta vara ett betydande problem. Om man inte förstår tenderar man att tappa intresset, och troligtvis är detta en bidragande orsak till den sviktande rekryteringen till naturvetenskapliga utbildningar. Vi började arbeta med att försöka lösa problemet genom att tillsammans med intresserade lärare designa förhoppningsvis bättre undervisning än nuvarande praxis och i liten skala undersöka hur de nya 'undervisningssekvenserna' fungerade i praktiken, bl.a. med avseende på vad eleverna lär sig. I

³ Jag använder fortsättningsvis vi-form, eftersom forskningsprogrammet omfattas av närmare tio personer i vår avdelning.

och med detta tog vi steget över i Edisons kvadrant. Efterhand utkristalliserade sig en viss systematik i arbetet som kan beskrivas på följande sätt.

Designfasen

Designprocessen är ett kreativt arbete som inte nödvändigtvis följer en utstakad plan. Men det finns inslag av systematik. Under arbetet beaktas och analyseras nämligen ett antal aspekter med utgångspunkt från tillgängliga forskningsresultat och beprövad erfarenhet. Aspekterna hänger på olika sätt ihop och utgör ett system av kunskaper, vars delar kan växelverka så att nya idéer uppstår. Vi ger här en översikt i form av en aspektlista.

Motiv för att undervisa givna elever om ett givet område

Anta att vi tänker oss att undervisa om området O. En viktig fråga är då: 'Varför skall vi undervisa om O till den givna elevgruppen?' Ett skäl kan naturligtvis vara att O ingår i skolans kursplaner, men detta är inte nödvändigt. Skolan behöver alltid förnyas, och en forskargrupp kan bidra till detta. De svar på frågan som kommer fram legitimerar området, och kan påverka hur undervisningen läggs upp.

Områdets karaktär

En annan viktig fråga är: 'Vad är O?' Frågan manar till att tänka igenom det naturvetenskapliga innehållet som sådant. Vilka begrepp ingår? Hur är de relaterade? Vilken är den teoretiska kärnan och vilka viktiga satser följer av denna? Vilken betydelse har O i naturvetenskapen? Vad har O betytt för människan i hennes samhälle? Svaren på dessa frågor påverkar också hur undervisningen läggs upp.

Urval inom området

De flesta naturvetenskapliga områden är mycket omfattande. Det går inte att ta med allt i skolans undervisning, och därför måste frågan 'Vad av O?' ställas och besvaras. Det är med andra ord fråga om en selektion av ett lämpligt innehåll, som bl.a. beror av motiven för att undervisa området.

Elevens förutsättningar

Tack vare en omfattande forskningsinsats på senare år har vi fått fram beskrivningar av elevers vardagsföreställningar om olika naturvetenskapliga fenomen och av deras svårigheter och möjligheter att förstå skolans naturvetenskap. En databas för området listar cirka 6300 arbeten, alltifrån 'working papers' till artiklar i ansedda internationella tidskrifter⁴. Det är vanligt att eleverna blandar ihop vardagens och vetenskapens värld då de försöker förstå undervisningen. För läraren är kunskaper om detta av intresse. Det handlar om att förstå elevens utgångsläge – de föreställningar med vilka han/hon försöker begripa naturvetenskapen. Till elevens förutsättningar hör också en hel del annat, inte minst intresse och motivation.

Lärarens förutsättningar

Det är även av vikt att känna till lärarens förutsättningar. Liksom för eleverna avses 'inre' förutsättningar, såsom kunskaper, intresse, syn på sitt yrke m.m.

⁴ Duit, R. (2004) *Bibliography: Pupils' alternative frameworks and science education*. Available online: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>, accessed 10/10/2004.

Yttre förutsättningar

Yttre förutsättningar kan vara såväl materiella som immateriella. Exempel på frågor angående dessa är: Vilken tid disponeras för undervisningen? Vilken undervisningsmateriel finns? Vilka är möjligheterna att använda datorer?

Läroplan och kursplaner

Till de yttre förutsättningarna hör också gällande läroplan och kursplaner. Dessa är dock så viktiga att det är motiverat att behandla dem som en särskild aspekt. En fråga av betydelse är vad läroplan och kursplaner tillsammans säger om vad undervisningen om det aktuella området bör innehålla, och hur den bör bedrivas. Det är också av vikt att analysera hur ett givet område är kopplat till andra ämnen, och på vad sätt det bygger på tidigare, och utgör underlag för senare, undervisning.

Undervisningspraxis

Eftersom utveckling av undervisningssekvenser går ut på att förbättra nuvarande praxis är det av intresse att känna till denna så långt det är möjligt. Nationella utvärderingsresultat och analyser av vanliga läromedel är en viktig kunskapskälla, liksom egen och andras lärarerfarenhet.

Teorier och undersökningsresultat angående undervisning och lärande

När det gäller att utforma en undervisningssekvens är allmänna rekommendationer som utgår från olika teorier om undervisning och lärande av intresse, liksom specifika undersökningar som eventuellt kan ha gjorts av undervisning och lärande inom det aktuella området.

Genom att låta de nu beskrivna aspekterna på olika sätt möta varandra kan nya idéer och nya insikter genereras. Vår erfarenhet hittills är att särskilt mötet mellan kunskaper om elevers vardagsföreställningar och svårigheter och möjligheter att förstå ('elevens förutsättningar') å ena sidan, och insikter i det naturvetenskapliga innehållet ('områdets karaktär') å den andra är produktivt.

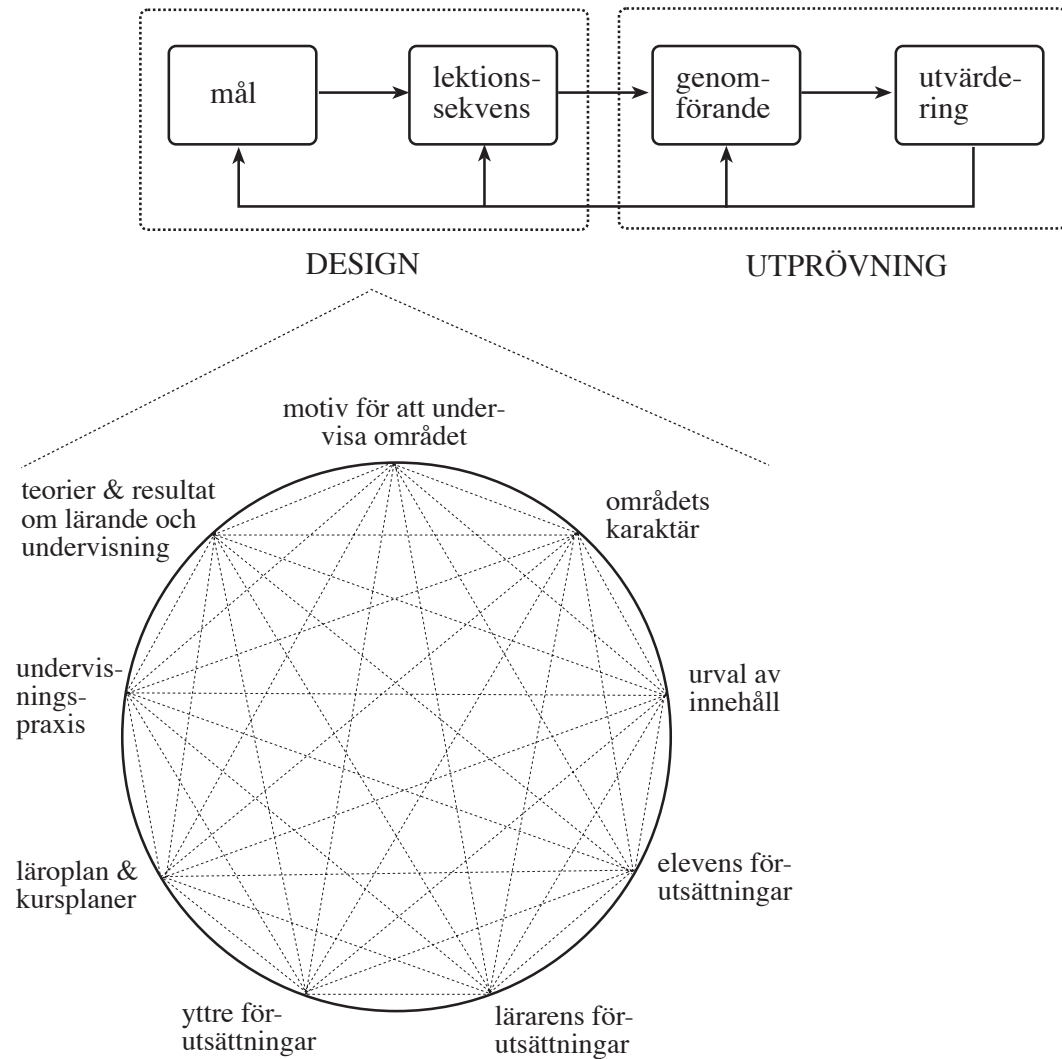
Ett huvudresultat av designfasen är en uppsättning mål och ett utkast till en undervisningssekvens. Förutom förslag till lektioner kan det finnas elevtexter, problem att diskutera, datorsimuleringar m.m.

Mål, utvärdering och återkoppling

Nästa steg är att genomföra undervisningen, utvärdera denna och återkoppla vunna resultat till designen för revision. Processen kan genomföras ett antal gånger. Det finns ett antal olika foci man kan anlägga för forskningen under utvärderingsfasen. Ett är vad eleven har upplevt och vad han/hon har lärt sig angående det givna området. Ett annat är att studera olika interaktioner när de pågår, t.ex. mellan elever i olika konstellationer och mellan lärare och elever. Ett tredje fokus är läraren och hans/hennes upplevelser och erfarenheter av undervisningen, inklusive lärarhandledning och annat framtaget materiel, liksom av den personliga handledning som förekommit. Ett spännande perspektiv är hur

lärarens ämnesdidaktiska kompetens angående det aktuella innehållsområdet utvecklas under arbetets gång. Ett fjärde möjligt fokus, som även innefattar designfasen, är den kunskapsbyggande process som forskare och lärare är engagerade i.

Det som nu sagts om design, utvärdering och återkoppling sammanfattas i figur 5.



Figur 5. Aspekter av utveckling och studium av undervisningssekvenser.

På väg in i Pasteurs kvadrant

Allmän teoretisk plattform

Teoretiska plattformar av det slag som skapas i Bohrs kvadrant, påverkar som nämnts vårt arbete. Vi har en konstruktivistisk syn på vad som i engelskspråkig litteratur brukar benämnas 'the knower-known relation'⁵. Den didaktiska relevansen av konstruktivismen kan uttryckas i form av fyra idéer⁶:

- The importance of the pupils' active involvement in thinking if anything like understanding is to be reached.
- The importance of respect for the child and for the child's own ideas.
- That science consists of ideas created by human beings.
- That the design of teaching should give high priority to making sense to pupils, capitalizing on and using what they know and addressing difficulties that may arise from how they imagine things to be.

Den sociokulturella ansatsen har också betydelse för oss. En företrädare för denna inriktning, intresserad av naturvetenskaplig undervisning, är Lemke (1990)⁷. Han ger en hel del rekommendationer för undervisningen, t.ex.

Teachers should use question-and-answer dialogue less than they do now and organize more class time for student questions, student individual and group reports, true dialogue, cross-discussion, and small-group work. Students should do more science writing during class, always following oral discussion of topics.

I alla ovan nämnda rekommendationer instämmer vi helhjärtat. Man kan tycka att såväl de konstruktivistiska som de sociokulturella riktlinjerna för undervisning inte är nya och originella, utan tillhör sedan länge etablerad aktivitetspedagogisk visdom. Men det faktum att de emanerar från olika teoretiska ansatser berikar och fördjupar på olika sätt deras innebörd.

Problem med generella utsagor

De generella rekommendationer och riktlinjer som beskrivits ovan bidrar till att ge en produktiv inriktning åt arbetet. Men de är otillräckliga för att lösa våra problem. Ta som exempel undervisning om evolution. Lärare och forskare som samarbetar för att skapa bättre undervisning inom detta område ställer sig en rad frågor, t.ex.:

- Hur uppfattar elever evolutionära förlopp, och innebär detta svårigheter som man måste ta itu med på ett speciellt sätt?
- Hur kan man få elever att tänka aktivt och engagerat om evolutionens olika aspekter?
- Hur kan man motivera elever att skriva om evolution?

Att svara på dessa och liknande frågor är långt ifrån en trivial uppgift. Inga generella teoretiska ansatser, och rekommendationer om undervisning som följer av dessa, går som sådana i land med uppgiften. Svaren måste sökas med

⁵ Furth, H. (1969) *Piaget and knowledge*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.

⁶ Ogborn, J. (1997). Constructivist metaphors of learning science. *Science & Education*, 6(1-2), 121-133.

⁷ Lemke, J. L. (1990). *Talking Science*. Norwood, N. J.: Ablex Publishing Corporation.

innehållsspecifik forskning. Resultaten kan inte härledas utifrån den allmänna ansatsen. De måste skapas, och de kommer att vara olika, område för område. Vi håller med Lijnse⁸ när han framhåller att detta är 'the forgotten dimension of science education research'.

Innehållsorienterade teorier

Efterhand har vi förstått att vi inte designar undervisning bara genom att vara allmänt kreativa, utan också att vi faktiskt använder oss av specifika föreställningar om betingelser som gynnar lärande med förståelse av det innehåll som är aktuellt, vilka baseras på noggranna analyser av den internationella forskningslitteraturen. Vi har därför introducerat och börjat använda termen 'innehållsspecifik teori' för att beteckna dessa föreställningar. I och med detta tycker vi att vi har tagit steget in i Pasteurs kvadrant, dvs. vi bidrar till lösning av ett praktiskt skolproblem, samtidigt som vi utvecklar grundläggande teoretisk förståelse.

Idén till innehållspecifika teorier kommer från en artikel av Cobb m.fl.⁹. De för fram följande syn på designexperiment:

Design experiments are conducted to develop theories, not merely to empirically tune 'what works.' These theories are relatively humble in that they target domain-specific learning processes.

Något konkret exempel gavs inte i den nämnda artikeln, men den gjorde oss medvetna om att vårt designarbete kunde ses som en teoriutveckling. Vi har ändrat begreppet 'domänspecifik teori' på två sätt. Dels fann vi att våra kollegor förstod termen 'innehållsspecifik' bättre än 'domänspecifik'. Dels insåg vi att innehållsspecifika betingelser är nödvändiga men inte tillräckliga för att beskriva gynnsamma betingelser för lärande. De behöver kompletteras med allmänna aspekter och aspekter som gäller naturvetenskapens karaktär. Vi tänker oss därför att innehållsorienterade teorier består av tre delar – se tabell 1!

Tabell 1. Delar i en innehållsorienterad teori.

TEORINS DELAR	DELARNAS GILTIGHETSOMRÅDE
innehållspecifika aspekter	begränsade till det givna innehållet
aspekter som gäller naturvetenskapens karaktär	tillämpliga på skolans naturvetenskap
allmänna aspekter	kan vara giltiga även för andra innehåll än skolans naturvetenskap

Aspekterna tenderar att hänga samman både inom och mellan teorins tre delar.

⁸ Lijnse, P. (2000). Didactics of science: the forgotten dimension of science education research. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education. The contribution of research* (pp. 308-326). Buckingham: Open University Press.

⁹ Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), pp.9-13.

Ett exempel från geometrisk optik

Det ligger utanför ramen för detta PM att närmare diskutera hur en innehållsorienterad teori utvecklas, liksom de olika metodologiska problem som är förknippade med hur den skulle kunna verifieras. Här ges dock ett exempel. Området är geometrisk optik framför allt för grundskolans senare del.

Allmänna aspekter. Om följande aspekter beaktas i undervisningen gynnas lärande med förståelse:

1. Läraren ser sig som en aktiv bärare av den vetenskapliga kulturen, som introducerar begrepp, ger vetenskapliga förklaringar, arrangerar situationer för begreppsanvändning m.m.
2. Läraren är väl insatt i vanliga vardagsföreställningar om innehållet och är medveten om dessa genom hela undervisningen. Han/hon är uppmärksam på, och intresserad av, elevernas idéer, både redan kända och nya.
3. Läraren skapar ett tillåtande klassrumsklimat där eleverna på ett positivt sätt kan dela med sig och diskutera sina idéer och funderingar.
4. Väl tilltagen tid används för att diskutera och lösa uppgifter som innebär att eleverna får tillämpa undervisningsinnehållet i olika situationer.
5. Djuplärande uppmuntras. Tecken på djuplärande kan t.ex. vara att eleven
 - 'vrider och vänder' på det nya kunnandet (transformation i stället för memorering)
 - ställer frågor och framkastar idéer
 - kopplar ihop nytt kunnande med befintligt
 - använder kunnande som verktyg för att se sin omvärld med nya ögon
 - diskuterar det nya med kamrater och andra
 - antar utmaningar (t.ex. i form av problemuppgifter)
6. Formativ utvärdering används på ett varierat sätt av både lärare och elever i syfte att förbättra undervisning och lärande.

Aspekter som gäller naturvetenskapens karaktär. Om följande aspekter beaktas i undervisningen angående naturvetenskap gynnas lärande med förståelse:

1. När undervisningsinnehållet är en naturvetenskaplig teori klagörs dess karaktär (hypotetisk till sin natur, kan användas för att förklara och förutsäga, kan prövas med experiment och observationer, ger en konsistent förståelse av många fenomen, kan inte verifieras så till den grad att den kan betraktas som en absolut sanning m.m.).
2. Skillnaden mellan en vetenskaplig teori och tro i olika former diskuteras.
3. Eleverna inbjuds att ta del av hur naturvetenskapen förklarar fenomen i omvärlden. Deras egen förståelse av världen bemöts med respekt.
4. Eleverna erbjuds många möjligheter att använda teorin som ett tankeverktyg.
5. Undervisningen planeras och genomförs så att teorin framstår som en sammanhållande röd tråd.

Innehållspecifika aspekter. Om följande inslag ingår i undervisningen om geometrisk optik, så förbättras elevernas möjligheter att utveckla förståelse:

- Undervisningen skapar behov av optikens nyckelidé, nämligen att ljus existerar och utbreder sig mellan källor och effekter
- Eleverna ges tidigt möjligheter att använda optikens nyckelidé som ett verktyg för att förklara fenomenen i omvärlden, såsom skuggors och belysta ytors storlek och form.
- Undervisningen klargör att ljus som går mellan källa och effekt inte kan ses.
- Först efter att optikens nyckelidé har etablerats förklaras seende med att ljus går från det sedda föremålet och in i ögonen.
- Först efter att optikens nyckelidé har etablerats och seende förklarats introduceras tekniker för att visa ljusets väg, t.ex. att blåsa ut rök eller att låta ljus släpa längs ett papper. Det man då ser är inte ljus som går mellan källa och effekt, utan ljus som reflekteras in i ögonen från rökpartiklar och papper. Om dessa tekniker introduceras från början får eleverna lätt intrycket att det går att se ljus som utbreder sig i rummet, dvs. att seende är en separat förmåga som inte beror på att ljus går in i ögonen utan snarare på att ögat tittar, skickar ut blickar mm.
- Undervisning om olika former av avbildning tar sin utgångspunkt i villkoren för punktformig avbildning, dvs. att om ljus som divergerar från en punkt P1 efter växelverkan med ett optiskt system konvergerar i en punkt P2, så är P2 en bild av P1, och motsvarande sats för virtuella bilder. Först efter detta introduceras geometriska tekniker för bildkonstruktion.

Lärohandledningar för fortsatt kunskapsbygge

Förutom innehållsorienterade teorier är lärohandledningar avsedda för fortsatt kunskapsbygge ett viktigt resultatet av forskningen. En sådan handledning innehåller i princip följande:

- Diskussion om varför man undervisar det givna området.
- Analys av det naturvetenskapliga innehållet (begreppsstruktur, relationer till andra områden m.m.)
- Viss fördjupning av naturvetenskapligt kunnande, i vilken en idéhistorisk översikt kan ingå.
- Redovisning och analys av forskningsresultat om elevföreställningar och svårigheter att förstå, liksom resultat av eventuella försök att undervisa området.
- Förslag till mål i relation till elevens utgångsläge.
- Analys av forskningsresultat angående innehållspecifika och allmänna betingelser som är gynnsamma för ett lärande som leder till förståelse. Analysen sammanfattas då så är möjligt i form av en innehållsorienterad teori.
- Förslag till ett antal lektioner som exemplifierar hur den innehållsorienterade teorin kan tillämpas. Till lektionssekvensen hör uppgifter lämpliga för diagnos och utvärdering av framför allt begreppsförståelse. Problemsamlingar, elevtexter, simuleringar och annat kan ingå.
- Redovisning av olika resultat (vad eleverna har lärt sig och hur de upplevt undervisningen, försöklärares erfarenheter m.m.)

Forskare vid avdelningen för naturvetenskap har hittills designat och utvärderat undervisningssekvenser gällande en kvalitativ partikelmodell för gaser¹⁰ respektive geometrisk optik¹¹ för grundskolans senare del och evolutionsteorin för gymnasiet NV-program¹². Under arbete med de två senare sekvenserna har innehållsorienterade teorier utvecklats. En lärarhandledning enligt nyss nämnda åtta punkter är tillgänglig via Internet¹³. Pågående arbeten handlar om 'livscyklar' (Eva Nyberg) och 'ljud och hörsel' (Eva West) i skolår 1-5 samt 'evolutionsteorin' (Clas Olander, Mats Hagman) och 'en partikelmodell för fast, flytande och gasformigt tillstånd' (Frank Bach) för skolår 6-9.

Internationella utblickar

Vi är inte den enda grupp som är på väg in i Pasteurs kvadrant. Denna är uppmärksam i en analys som gjorts av National Research Council i USA¹⁴. Man understryker att den linjära modellen (figur 1) är alltför begränsande när det gäller att utforma en utbildningsvetenskaplig forskningsagenda. Som en alternativ modell av betydelse lyfter man fram forskning som tar sin utgångspunkt i praktiska problem, vilka görs till föremål för forskningsinsatser som genererar både praktiskt användbara resultat och bidrag till utbildningsvetenskapens utveckling. En tidig företrädare för detta synsätt var Ann Brown vid Berkeleyuniversitetet¹⁵. Aktuella exempel är de olika 'Design experiments in educational research' som nyligen genomförts eller pågår i USA¹⁶ och liknande arbete i Europa, såsom 'developmental research'¹⁷, 'educational reconstruction'¹⁸ och 'teaching-learning sequences'¹⁹.

¹⁰ Andersson, B., & Bach, F. (1996). Developing new teaching sequences in science: The example of 'gases and their properties'. In G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds.), *Research in science education in Europe: current issues and themes* (pp. 7-21). London: The Falmer Press.

¹¹ Andersson, B., & Bach, F. (in press). On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. *Science Education*.

¹² Wallin, A. (2004). Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution. *Göteborg studies in educational sciences 212*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

¹³ <http://na-serv.did.gu.se/lightguide.pdf>

¹⁴ Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. C. (Eds.). (2000). *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, D. C.: National Academy Press.

¹⁵ Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.

¹⁶ Kelley, A. (2003). Theme issue: The role of design in educational research. *Educational Reseracher*, 32(1), pp.3-4.

¹⁷ Lijnse, P. (1995). 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. *Science Education*, 79(2), 189-199.

¹⁸ Kattmann, U., Duit, R., & Gropengießer, H. (1998). The model of educational reconstruction. Bringing together issues of scientific clarification and students' conceptions. In H. Bayrhuber & F. Brinkman (Eds.), *What – Why – How? Research in Didaktik of Biology* (pp. 253-262). Proceedings of the First Conference of European Researchers in Didaktik of Biology (ERIDOB), Kiel: IPN.

¹⁹ Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching– learning sequences. Aims and tools for science education. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515 – 535.

4

OM ÄMNESDIDAKTIK SOM VETENSKAPLIG SPECIALISERING

Vad är det unika med ämnesdidaktiken?

Vad är det som är så unikt med ämnesdidaktiken att Göteborgs Universitet har inrätta den som ett särskilt universitetsämne från A-nivå till doktorsexamen? Med naturvetenskap som exempel följer här några olika svar.

Ett specifikt undersökningsområde

Undersökningsområdet, i vårt fall naturvetenskaplig undervisning av olika elev- och studerandegrupper, är specifikt i den meningen att det inte är vetenskapligt intressant för andra specialiseringar, t.ex. psykologi eller statskunskap. De ämnesdidaktiska forskarnas uppgift är att skapa, utveckla och vårda kunnande angående detta område. Det är fråga om att förstå betingelser för lärande och undervisning rörande olika naturvetenskapliga innehåll. Betingelser kan vara olika undervisningsmetoder, elevers och lärares kunskapsmässiga förutsättningar, skolans sociala och kulturella miljö, politiska beslut på olika nivåer och tillståndet i samhällsekonomin.

Specifika begrepp och innehållsorienterade teorier

Ett ganska stort antal för området specifika begrepp har skapats och getts mening genom olika undersökningar. Också innehållsorienterade teorier är under utveckling. Exempel på specifika begrepp kan hämtas från de många undersökningar som gjorts av elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Det är fråga om att karaktärisera vardagsföreställningar. Se tabell 2.

Tabell 2. Exempel på vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser.

VARDAGSFÖRESTÄLLNINGAR	VETENSKALIGA FÖRESTÄLLNINGAR
Aristoteliska uppfattningar om rörelse Medeltida impetus-uppfattning	Newtons rörelsepostulat
Källa-förbrukarmodell för el-kretsar Sekvensmodell för el-kretsar	Kirchoffs och Ohms lagar
Synstrålemodell för seendet	Seende beror på att ljus går in i ögonen
Transmutationsmodell och förflyttningsmodell för att förklara kemiska förändringar	Kemisk reaktionsmodell
Evolution sker på grund av behov	Evolution sker på grund av naturligt urval

För en innehållsorienterad teori om betingelser som är gynnsamma för lärande av den biologiska evolutionsteorin, se en nyligen utkommen avhandling av Anita Wallin²⁰.

Specifika undersöknings- och analysmetoder förekommer

Ämnesdidaktiken har en mycket stor andel metoder gemensamma med andra utbildningsvetenskapliga specialiseringar. Detta är ett sätt att uttrycka ett faktum som är både självklart och grundläggande, nämligen att ämnesdidaktik angående biologi, fysik och kemi är utbildningsvetenskap, inte naturvetenskap. Man utbildar sig alltså inte till ämnesdidaktisk forskare genom att forska i naturvetenskap.

Det finns också unika analys- och undersökningsmetoder. Ett exempel är den metod som Anita Wallin utvecklat för att beskriva elevers samlade förståelse av evolutionsteorin och hur denna förståelse utvecklas från för- till eftertest²¹. Ett annat exempel är den teknik som Christina Kärrqvist skapade i sitt avhandlingsarbete för att i detalj beskriva hur elevers förståelse av el-kretsar successivt utvecklas till följd av undervisning²².

Specifika sammansättningar av kunskaper från ett flertal områden

Av figur 5 framgår att design av en undervisningssekvens tar många olika kunskapsområden i anspråk såsom lärarerfarenhet, ämneskunnande, idéhistoria, kunskap om elevers uppfattningar och allmänna teorier om lärande. Att sätta samman dessa kunskapselement till en fungerande undervisning är en unik kompetens, som genererar ett unikt kunnande. Det kan komma till uttryck exempelvis i den typ av publikationer som beskrivits i avsnittet 'Lärohandledningar för fortsatt kunskapsbygge'. En intressant internationell diskussion har förts angående karaktären av det ämnesdidaktiska kunnandet. Den startades av Lee Schulman, som myntade begreppet 'pedagogical content knowledge'²³. Schulmans och andras arbeten har sammanfattats av Ann Zetterqvist och av henne utvecklats till begreppet 'ämnesdidaktisk kompetens'²⁴.

²⁰ Wallin, A. (2004). Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution. *Göteborg studies in educational sciences 212*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

²¹ Ibid.

²² Kärrqvist, C. (1985). Kunskapsutveckling genom experimentcenterade dialoger i ellära. *Göteborg studies in educational sciences, 52*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

²³ Schulman, L. (1987). Knowledge and Teaching. Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-22.

²⁴ Zetterqvist, A. (2003). Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi. En intervjuundersökning med no/biologilärare. *Göteborg studies in educational sciences 197*. Göteborg: ACTA Universitatis Gothoburgensis.

Handböcker och tidskrifter

Det vetenskapligt grundade ämnesdidaktiska kunnandet angående naturvetenskaplig undervisning kommer bl.a. till uttryck i handböcker²⁵, ett femtontal internationella tidskrifter på engelska²⁶ och internationella konferenser. Allt detta bidrar till att ge kunskapsområdet identitet och stabilitet.

Ämnesdidaktikens samhällskontrakt

I en nyligen gjord intervju i Universitetsläraren²⁷ med huvudsekreteraren för utbildningsvetenskapliga kommittén uttrycker denne att 'gehöret för behovet av kunskap kring utbildning är dåligt'. Vidare uttrycker han förvåning över att lärarutbildningarna inte efterfrågar utbildningsvetenskaplig forskning i någon större omfattning. Han ser som en viktig uppgift att skapa detta gehör och denna efterfrågan, men går inte närmare in på hur det skulle kunna ske. Han påpekar dock att forskare behöver bli bättre på att sprida sina kunskaper och framhåller att de måste sluta att bara säga å ena sidan och å andra sidan. 'Vi har mycket att lära oss av medicinare, de är ju tvärsäkra jämt. Forskare måste våga yttra sig, ta ställning och ge ett svar.'

Personligen gillar jag denna uppmaning, men det finns också en del annat som har betydelse i sammanhanget. Kanske forskningen inte upplevs som relevant och praktiskt användbar t.ex. av lärarutbildare och lärare i skolan? Kanske beskrivs forskningsresultaten på ett sådant sätt att de inte kommer i kontakt med den konkreta värld av elever/studenter och lektioner som är lärarnas och lärarutbildarnas? Den utbildningsvetenskapliga forskningen måste faktiskt ge sina brukare i samhället rejäla handtag, annars kommer dess 'samhällskontrakt' att förbli svagt och skakigt.

Jag anser att ämnesdidaktiken kan bidra till att stärka den utbildningsvetenskapliga forskningens legitimitet i samhället. En bra utgångspunkt är Pasteurs kvadrant. Arbete i denna innebär att ta sig an problem inom utbildningsområdet, såsom att förbättra undervisningen om givna innehåll. Det är ju faktiskt så att större delen av skolans verksamhet är att undervisa olika elevgrupper i olika innehåll/ämnen. Universitet och högskolor har ämnesundervisning som en viktig uppgift. Dessa för samhället värdefulla verksamheter behöver allt stöd de kan få. Därför är det naturligt att ämnesdidaktiken som universitetsdisciplin strävar efter att det kunnande som genereras skall vara användbart och till nytta för den verksamme läraren i hans eller hennes undervisning.

²⁵ Kelly, A., & Lesh, R. (2000). *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Fraser, B. J., & Tobin, K. (1997). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

²⁶ Se <http://na-serv.did.gu.se/vadadid/resjourn.html> för länkar till dessa tidskrifter.

²⁷ Universitetsläraren, Nr 14, 27 sept 2004, sid 10-11

Men arbete i Pasteurs kvadrant innebär också att utveckla grundläggande vetenskaplig förståelse. Ett exempel på detta är de innehållsorienterade teorier som tidigare beskrivits. Pasteurs kvadrant innebär alltså en möjlighet att både upprätthålla legitimitet gentemot det utbildningsvetenskapliga forskarsamhället och de lärarkårer vilkas dagliga verksamheter har stor betydelse för elevernas lärande.

Avslutningsvis vill jag också fästa uppmärksamheten på att Pasteurs kvadrant kan innebära en frigörelse för ämnesdidaktiken från olika ismer, paradigm eller vad man nu skall kalla dem. Ett förhoppningsvis lockande alternativ är att bana sig en egen väg genom verksamhet i Pasteurs kvadrant. Detta innebär inte ett avståndstagande från befintliga paradigm såsom konstruktivism, fenomenografi eller sociokulturell ansats, bara att dessa betraktas som intressanta och möjliga redskap att använda när så är lämpligt. Den 'nya' vägen är ingen lätt väg, men jag tycker den är en väg med ett hjärta:

Varje väg är bara en väg, och det är ingen förolämpning, vare sig mot en själv eller mot någon annan, att släppa den om ens hjärta så befaller... Betrakta varje väg noga och beslutsamt! Pröva den så många gånger du anser nödvändigt. Ställ sedan en enda fråga till dig själv och bara till dig själv: Har denna väg ett hjärta? I så fall är vägen god. Annars är den inte till någon nytta. (Carlos Castaneda: The Teachings of Don Juan)