

Kommentarer och frågor från övriga deltagare i antologin med svar från Claes Uggle

Elisabeth Ahlsén

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

1. Den historiska utvecklingen av metoder inom naturvetenskaper (och även andra vetenskaper) beskrivs ganska utförligt. Vilka är de (t ex 3) allra mest viktiga metodbidragen för dagens fysikforskning?
2. Vilka fördelar respektive nackdelar ser du med att ny teknologi styr forskningen till att mäta det som går att mäta med den senaste teknologin, ibland oavsett vad som är mest angeläget att studera teoretiskt eller praktiskt, inom olika områden? Givet forskningspolitiska hänsyn och teknologi-hypande policies för finansiering, styrs forskningen ibland fel – vilka risker kan finnas? Dvs hur stora är riskerna att mycket stora kostnader och "mätfel" pga detta (dvs att mätningarna inte kan göras i tillräcklig omfattning pga kostnaderna) ger magra eller triviala resultat för projekt som tekniskt verkar ligga i framkant.
3. Relaterat till fråga 2 – hur ser du på förhållandet teknologiutveckling och mode när det gäller metodval?
4. Vad, utöver fokus på teknologi och naturvetenskap, har lett till Kinas ökade publikationer? Är de annorlunda i angreppssätt, sätt att rapportera etc? Påverkar de publikationssätt allmänt inom naturvetenskap?
5. Hur ser du allmänt på vikten av att förstå vad man mäter, t ex med statistik, och hur ska man komma åt de problem du pekar på, givet t ex den mycket spridda statistikanvändningen med lågt intentionsdjup på ibland triviala frågeställningar?
6. Är det i lika hög grad matematiska eller fysikaliska metoder som är grunden för din forskning eller är någon av dem primär t ex fysikaliska i ditt fall? Det vore intressant att få lite mer inblick i hur fysiker och matematiker tillsammans angriper ett problem, dvs vem gör vilken typ av insats, hur börjar man, vad är svårt respektive lätt att samarbeta om, finns det "kulturskillnader" i fråga om metod? Går det att exemplifiera detta, antingen allmänt eller mer specifikt, utan att det blir för komplicerat?
7. Det sägs ibland att naturvetenskapen ersatt religion i vår tid. Anser du att det finns en övertro på naturvetenskapen eller är det som det ska vara? Finns det en kritisk hållning inom naturvetenskap, i mindre eller större grad än hos utomstående?

B. Claes Uggle (CU) svar och svarscommentarer till Elisabeth Ahlsén (EA)

EA Fråga 1: Den historiska utvecklingen av metoder inom naturvetenskaper (och även andra vetenskaper) beskrivs ganska utförligt. Vilka är de (t ex 3) allra mest viktiga metodbidragen för dagens fysikforskning?

CU Svar på EA fråga 1: Den metodologiska basen utgörs fortfarande av Galileos experimentella "metodologiska reduktionism" och den Newtonska matematiska modelleringsförebilden, men dessa har förfinats och kombinerats med matematisk och teknologisk utveckling, vilket har möjliggjort en enorm breddning av fysik och fysikaliska tillämpningsområden. Här är tre teknologiska utvecklingslinjer som har präglat nuvarande experimentell metodik: 1. Sinnesförstärkande och sinnesbreddande teknologier, initierade under 1600-talet med uppfinnandet av teleskopet och mikroskopet. Idag har dessa redskap blivit enormt mer kraftfulla inom det synliga optiska området, men de har även breddats till osynligt ljus; dessutom används nu inte bara fotoner utan även andra partiklar som t.ex. elektroner i elektronmikroskop, neutriner i neutrindetektorer och t.o.m. gravitationsvågor i gravitationsvågsdetektorer. 2. Det (elektrokemiska) batteriet, uppfunnet av Alessandro Volta år 1800, som möjliggjorde modern elektromagnetism och elektronikens utveckling, som idag utgör basen för nästan all informationsinhämtning och hantering (vilken forskning använder t.ex. inte en dator på olika sätt?). 3. Vakuumenteknologin med start under 1600-talet, som möjliggjorde att Galileos experimentella metodologiska reduktionism kunde tillämpas på mikrokosmos, vilket var nödvändigt för t.ex. partikelfysikens framväxt och vår förståelse om världens materiella byggstenar. Det finns dessutom en påtaglig synergi mellan dessa teknologiska utvecklingslinjer och med matematikens framsteg, t.ex. i form av olika elektroniskt implementerade algoritmer. Exempelvis har detta möjliggjort datorsimuleringar, analys av stora mängder data, etc. som resulterat i utforskning av allt mer komplexa fenomen. Den här sammanvävningen av naturvetenskaplig, matematisk och teknologisk utveckling håller dessutom på att skapa ett metodologiskt skifte som över tid inte bara kommer att påverka fysik utan i stort sett all forskning, på gott och ont, nämligen maskininlärning/artificiell intelligens som en ingrediens i olika forskningsprojekt. Frågan är snarast: I vilken takt och på vilket sätt kommer olika områden att påverkas?

EA Fråga 2: Vilka fördelar respektive nackdelar ser du med att ny teknologi styr forskningen till att mäta det som går att mäta med den senaste teknologin, ibland oavsett vad som är mest angeläget att studera teoretiskt eller praktiskt, inom olika områden? Givet forskningspolitiska hänsyn och teknologi-hyppande policies för finansiering, styrs forskningen ibland fel – vilka risker kan finnas? Dvs hur stora är riskerna att mycket stora kostnader och "mätfel" pga detta (dvs att mätningarna inte kan göras i tillräcklig omfattning pga kostnaderna) ger magra eller triviala resultat för projekt som tekniskt verkar ligga i framkant.

CU Svar på EA fråga 2: Detta är synnerligen komplexa frågor som inte har självklara svar. En analys försvåras dessutom av att experimentell utrustning, som förutom att den generellt sett blir allt dyrare, spänner över allt större prisspann. Exempelvis kostade det nya James Webb teleskopet, liksom CERN, i storleksordning 100 miljarder kronor, vilket kan jämföras med kostnaderna för annan laborativ utrustning, lokaliserad vid t.ex. universitet, som kan vara tusentals till miljontals gånger mindre. Precis som gäller för vilket forskningsområde som helst så finns det exempel på misslyckanden och dålig experimentell forskning, där dessutom tron på teknologiska möjligheter ibland är överdriven. Detta spelar dock en större roll än i annan verksamhet p.g.a. de högre kostnaderna. Aktuell nu för svensk forskning är ESS, en anläggning för mikroskop som producerar och använder neutroner för att studera material på molekylär och atomär nivå. ESS skall vara i full drift i slutet på 2027 och kostnaden ligger på ett par miljarder Euro och en årlig driftkostnad på 140 miljoner Euro. Det är ett europeiskt projekt, men Sverige får stå för en avsevärd del av kostnaden för att man skulle gå med på att placera det i Lund. Vi vet inte hur betydelsefulla upptäckter denna anläggning kommer att generera,

men dessa kostnader kommer antagligen att drabba andra svenska forskningsområden, vilket kommer innebära uteblivna forskningsresultat vars betydelse ingen vet någonting om. Vad vi vet är att regionalpolitiska intressen spelade en stor roll för etablerandet av ESS i Lund. Det här är bara ett exempel på hur forskning allt mer knyts till politiska intressen snarare än vetenskaplig hänsyn.

Med detta sagt, vill jag dock påpeka att jag ser ökade administrativa kostnader som ett ännu större resurshot mot forskningsverksamhet än utarmning av vissa forskningsområden p.g.a. av en allt dyrare experimentell verksamhet. Exempelvis är Akademiska Hus vinster jämförbara med vetenskapsrådets hela budget, speciellt den andel som faktiskt går till forskning och inte till ytterligare administrativa utgifter.

EA Fråga 3: Relaterat till fråga 2 – hur ser du på förhållandet teknologiutveckling och mode när det gäller metodval?

CU Svar på EA fråga 3: Naturligtvis utgör nya teknologiska framsteg möjligheter till forskning, men ofta undervärderas (okända) svårigheter och därmed även den tid som krävs för påstådda möjliga tillämpningar. Ta s.k. nano-forskning som exempel. Metod inom detta mode-hypade område kan närmast identifieras med dyr experimentell utrustning. Enligt min mening råder det inget tvivel om att denna forskning kommer att bidra till att på sikt ändra människans materiella förutsättningar totalt, på gott och ont. Däremot lär mycket utav det som påstås kunna göras inom kort ta mycket längre tid och det är dessutom om möjligt än svårare att överblicka konsekvenserna av denna forskning – det kommer med stor sannolikhet inte att bli som man tror och påstår.

EA fråga 4: Vad, utöver fokus på teknologi och naturvetenskap, har lett till Kinas ökade publikationer? Är de annorlunda i angreppssätt, sätt att rapportera etc? Påverkar de publikationssätt allmänt inom naturvetenskap?

CU svar på EA fråga 4: Den främsta anledningen till Kinas ökade publikationsandel är en snabbt ökande urbaniserad medelklass, med värderingar fortfarande påtagligt präglade av konfucianismen. Snarare än att påverka publikationssätt så är det i stället Kinas publiceringskultur som är en följd av en ökad global elektronisk publicering, vilket lett till något som skulle kunna liknas som rena publikations-vilda västern. Exempelvis är en hel del publikationer av kineser på kinesiska, där plagiat är betydligt oftare förekommande än i etablerade internationellt granskade (peer review) tidskrifter. Att notera är att mångdubblingen av antalet nya elektroniska tidskrifter överbelastar tidigare granskningssystem, vilket spiller över på etablerade tidskrifters kvalitet. Allt detta förvärras av bibliometrins ökade betydelse för t.ex. forskningsanslag och tjänstetillsättningar. Exempelvis har detta genererat en internationell industri (där Kina spelar en framträdande roll) som ökat kraftigt under de senaste åren där företag köper och säljer såväl artiklar som citat (en besläktad företeelse är att försäljning av lösningar och material gällande examination i olika utbildningar har ökat explosionsartat under pandemin).

EA fråga 5: Hur ser du allmänt på vikten av att förstå vad man mäter, t ex med statistik, och hur ska man komma åt de problem du pekar på, givet t ex den mycket spridda statistikanvändningen med lågt intentionsdjup på ibland triviala frågeställningar?

CU Svar på EA fråga 5: Att förstå vad man faktiskt mäter och vad mätningens förutsättningar utgörs av torde vara avgörande, där statistik tyvärr ibland invagar till en falsk trygghet. Vad man mäter är helt avgörande. Fysikaliska mätningar med associerad statistisk felanalys för närmast löjligt väl avgränsade problem har ingenting att göra med statistisk analys av t.ex. enkäter. Gemensamt i båda fallen är dock behovet av att använda kvalitativt olika metoder för att undvika systematiska fel. Vad man menar med kvalitativt olika metoder inom fysikaliska vetenskaper och kulturvetenskaper är dock helt olika. Kvalitativt olik metod inom fysikalisk empiri är helt enkelt annorlunda experiment. Detta kan kontrasteras mot kvalitativ metod inom kulturvetenskaperna, som enligt min mening alltid borde användas som ett komplement till en kvantitativ undersökning, om en sådan ens kan motiveras.

EA Fråga 6: Är det i lika hög grad matematiska eller fysikaliska metoder som är grunden för din forskning eller är någon av dem primär t ex fysikaliska i ditt fall? Det vore intressant att få lite mer inblick i hur fysiker och matematiker tillsammans angriper ett problem, dvs vem gör vilken typ av insats, hur börjar man, vad är svårt respektive lätt att samarbeta om, finns det "kulturskillnader" i fråga om metod? Går det att exemplifiera detta, antingen allmänt eller mer specifikt, utan att det blir för komplicerat?

CU svar på EA fråga 6: Mina frågeställningar motiveras främst av fysik men medlet för att ta sig an dem är matematik. Inom teoretisk fysik används dock matematik på ett mer informellt sätt än inom matematik. Exempelvis bevisar man ofta inte matematiska konsekvenser inom fysik, det räcker med att de t.ex. ger upphov till kvantitativa förutsägelser där naturen fungerar som facit, eller så har man ofta en mindre formell syn på vad ett matematiskt bevis är jämfört med vad matematiker anser. Det finns rätt stora kulturskillnader mellan teoretiska fysiker och matematiker, inte minst när det gäller värderingar. För fysikern är det fysikaliska problemet och dess fysikaliska konsekvenser huvudpoängen men för matematikern är det som är mest betydelsefullt det formella matematiska beviset, samt de matematiska idéer och metoder som leder till beviset. För att kunna arbeta med matematiker har jag själv varit tvungen att bli mer lik en matematiker, vilket inneburit att jag allt mer har fått ägna mig åt matematik och att ett ökat antal av mina artiklar innehåller matematiska bevis (vilket ibland gör val av vetenskaplig tidskrift problematiskt). Jag har dock delat upp min forskning i två delar: en med breda fysikaliska frågeställningar med hög matematisk komplexitet som för närvarande omöjliggör bevis, t.o.m. av de bästa matematikerna, men där fysikaliskt motiverade matematiska formuleringar och argument leder till insikter och matematiskt bevisbara delproblem som utgör den andra delen av min forskningsverksamhet, vilket i sin tur inverkar på den första delen (detta utgör en del av mitt försök till något som påminner om hermeneutisk metod inom teoretisk fysik).

Det bör även påpekas att det finns geografiska kulturskillnader när det gäller avståndet mellan teoretisk fysik och matematik. Enligt min erfarenhet så är detta avstånd (hälsosamt) mindre i t.ex. den anglosaxiska världen än i Sverige.

EA fråga 7: Det sägs ibland att naturvetenskapen ersatt religion i vår tid. Anser du att det finns en övertro på naturvetenskapen eller är det som det ska vara? Finns det en kritisk hållning inom naturvetenskap, i mindre eller större grad än hos utomstående?

CU svar på EA fråga 7: Naturvetenskap har ersatt vissa delar av religion. Exempelvis begår man inte längre människooffer om det blir torka och missväxt för att blidka några hypotetiska gudar, utan istället försöker man sig på att beskriva klimatförändringar i termer av naturvetenskapliga förklaringar och forskning. Naturvetenskap och naturvetenskapligt baserad teknologi har visserligen allt större existentiella implikationer och konsekvenser, men de har inte lyckats ersätta religionens existentiella frågor rörande t.ex. människans behov av att vara en del av något större meningsskapande. När det gäller kritisk hållning så beror detta nog i viss mån på vad man menar med detta. Jag har noterat att man inom framförallt vissa kulturvetenskaper betonar en kritisk hållning, men allt för ofta om annat än det man själv tar för givet om sin egen verksamhet vilket ofta involverar synnerligen icke självklara antaganden och normativa värderingar. Bland naturvetare så skiftar den kritiska synen på naturvetenskaplig verksamhet kraftigt, även om jag själv tycker att allt för många naturvetare är för okritiska/naiva när det gäller deras egen verksamhets karaktär och förutsättningar, man tar ofta allt för mycket för givet.

Jens Allwood

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Allmän kommentar

Intressant text som ger god inblick i den metodologiska reduktionism som Uggle menar karakteriserar naturvetenskap. Dock har jag några frågor som stimulerats av texten. Jag vänder mig direkt till författaren Claes Uggle.

1. Anser du att metodologisk reduktionism är en lika stark drivkraft inom hela naturvetenskapen, t ex inom olika typer av miljö och klimatvetenskap, eller har ett mer holistiskt systemtänkande tagit över där?
2. Anser du att metodologisk reduktionism inte varit en drivkraft inom humaniora och samhällsvetenskap?
3. Du skriver om ideografiska symboler som understöder vårt tänkande och du skriver i slutavsnittet att du själv sysslar med matematisk modellering av fysik. Använder du i detta sammanhang visualiseringsverktyg eller andra kognitiva verktyg för att öka överskådlighet?
4. Du skriver att Newtons Principia är mer inflytelserik än Euklides Elementa. Detta beror enligt min mening bl a på vad man menar med inflytelserik. Euklides axiomatiska framställning var ett ideal för Newton, inte tvärtom. Både före (t ex Spinoza) och efter Newton anges Euklides som källa för ett axiomatiskt framställningssätt av en teori. För mig verkar det som om Newton väsentligt bidrog till axiomatiseringens popularitet som vetenskaplig metod men att Euklides förblir den verkliga inspirationen.
5. Du anser att Newtons axiom för rum och tid är empiriska utsagor. Det stämmer knappast om man med det menar att Newton utförde systematiska empiriska observationer som till slut möjliggjorde en generalisering uttryckta i hans axiom. Axiomen verkar snarare vara resultatet av grundläggande intuitioner. Däremot kan man säga att genom att Einstein inte använde Newtons rums- och tidsbegrepp och formulerade en mer fullständig teori för fysik än Newton visar detta indirekt att Newtons axiom måste vara empiriska och i viss mening falsifierbara.

6. Du anser att Euklides axiom och definitioner är matematiska och implicit därmed enligt din syn ej empiriska. Men med samma resonemang som gör Newtons axiom till empiriska, kan man väl även göra Euklides axiom till empiriska. De verkar ju inte vara tillräckliga för Einsteins fysikteori. Detta innebär inte att man inte kan definiera en Euklidisk geometri som är giltig som abstrakt system bara att den inte tycks vara den bästa för vår nuvarande fysikbeskrivning. Skillnaden mellan vad som är empiriskt och vad som är matematiskt är inte så enkel att göra, t.ex. Kurt Gödel ansåg att matematik var empirisk.
7. Du skriver att naturvetenskapen inte är teleologisk, inte ens biologi. Men biologiska beskrivningar är ofta formulerade mycket teleologiskt, X och Y utvecklas för att garantera överlevnad. Frågan är om inte teleologiskt tänkande spelar en viktig heuristisk roll för biologer. Även om de mer filosofiskt, om de pressas, försöker förneka detta.
8. Alla tror inte att "naturlagar" är oföränderliga, t ex Prigogine. C S Peirce tog inte klar ställning men ville hålla möjligheten till förändring öppen för alla regelbundenheter och använde därför generellt ordet "vana" (habit), generellt för observerade regelbundenheter inom alla vetenskapsområden. Anser du att detta är en rimlig hållning?
9. Du skriver att idealiseringar spelar en stor roll i fysik men det gör de väl i andra vetenskaper också (se t ex nationalekonomi eller lingvistik)? Är inte idealisering i själva verket en kandidat för att vara en vetenskapligt generisk metod?
10. Du anser, liksom Wilhelm Dilthey. Att "förståelse" är något annat i naturvetenskap än "kulturvetenskaperna". Du ger emellertid inte två olika definitioner av förståelse, som skulle kunna stöda denna åsikt. Personligen anser jag att Dilthey har fel och att en definition av förståelse i följande stil, = koppla ihop input-information (observerad information) med redan accepterad (bakgrunds)information på ett meningsfullt sätt är precis lika giltig i både naturvetenskap och kulturvetenskap. Förståelseprocessen är den samma men det man ska förstå, förståelsens objekt, skiljer sig. Vi tror inte att stenar har avsikter men vi tror människan har det.
11. Däremot tycks du, liksom jag, avvisa Windelbands och Rickerts försök att skilja naturvetenskap från kulturvetenskap genom begreppen "nomotetisk" och "idlografisk". Båda begreppen går att tillämpa och har en funktion i båda typerna av vetenskap.
12. Du skriver om att det inte tycks spela någon roll hur man tolkar kvantmekaniska ekvationer med traditionell ontologi, "bara man kommer till samma kvantitativa experimentella förutsägelser och resultat". Pekar detta inte möjligen på en ny ontologi – verkligheten är i grunden abstrakt matematisk. Är det ingen kvantfysiker som hävdar detta?
13. Ditt bruk av ordet "ontologi" förbryllar mig lite. I filosofi brukar det betyda grundläggande verklighetskategori, som t ex "realism" kontra "idealism", "materialism" kontra "idealism" eller antal grundläggande verklighetskategorier såsom "monism" kontra "dualism" eller "trialism" (t.ex Peirce eller Popper). I datavetenskap betyder "ontologi" numera helt enkelt taxonomi (klassifikation). I fysik finns det eventuellt en tredje betydelse av "antagande om existens av en fysikalisk grundläggande parameter", eftersom jag antar att inte alla existenspåståenden i fysik skulle kallas ontologiska, t.ex. "det finns mjölk i kylskåpet". Stämmer detta eller vill du relatera fysikens ontologibgrepp närmare till filosofi eller datavetenskap?

14. Varför anser du att Poppers hypotetiskt deduktiva metod är ett "metafysiskt ramverk"? I vilken mening är det metafysiskt?
15. Kan du ge ett exempel på ett systematiskt fel som gjorts inom partikelfysiken. Förklara också gärna varför det uppkommit.
16. Innebär inte att "empirisk kunskap enbart gäller inom ett visst giltighetsområde med viss noggrannhet" att det alltid finns utrymme för tvivel gällande vad som händer om man blir mer noggrann eller utvidgar kontexten?
17. Anser du att Foucaults maktanalys av vetenskapens utveckling är relevant för fysikens vetenskapliga utveckling? Har detta i så fall påverkat sanningshalten av fysikens senaste rön eller bara styrt vilka områden man forskat på?
18. Jag delar din syn att mode är en faktor att räkna med i vetenskapsutveckling. Modet kan ibland vara kopplat till nya teoretiska insikter och modeller som verkar lovande och ibland vara mer svårförklarligt. Vad är senaste modet i teoretisk fysik och varför har det uppstått? Kan förekomsten av det du kallar "systemfel" förklaras med modeströmningar?
19. Om ditt forskningsområde. Hur blir en rumtidssingularitet generisk? Om den är generisk, i vilken mening är den då en singularitet och vice versa?
20. På vilket sätt skulle hermeneutik komma till nytta i fysik? Ge gärna ett konkret exempel.

Claes Ugglas (CU) svar och svarskommentarer till Jens Allwood (JA)

JA Fråga 1: Anser du att metodologisk reduktionism är en lika stark drivkraft inom hela naturvetenskapen, t ex inom olika typer av miljö och klimatvetenskap, eller har ett mer holistiskt systemtänkande tagit över där?

CU Svar på JA fråga 1: Metodologisk fysikalisk reduktionism i Galileos anda är mest uttalad där fysikalisk stabilitet ("naturlagar" och "naturkonstanter") är som mest påtaglig och där det är möjligt att strategiskt välja fenomen och överdriva fysikaliska skalförhållanden. Detta betyder att Galileos fysikaliska metodologisk reduktionism endast kommer in som ett komplement till andra metoder när det gäller mer komplicerade fenomen.

Jag vill betona att det är ett falskt binärt val att ställa Galileos metodologiska reduktionism mot holism och systemtänkande. Poängen med Galileos metodologiska reduktionism var att Galileo valde ut vissa reduktionistiska pusselbitar för att komma åt holistiska mål, t.ex. världsbild (tala om holism!). Systemtänkande inom klimatforskning bygger även detta på en fysikalisk reduktionistisk bas för att uppnå ett holistiskt mål: Man börjar med överförenklade matematiska modeller (som t.ex. bygger på växthusgasers stabila fysikaliska egenskaper) där fysikaliska komplikationer införs stegvis (variera t.ex. mängden av olika växthusgasers utsläpp, hur olika föroreningar inverkar på molnbildning och därmed jordens albedo, etc.), vilket leder till mer sofistikerade matematiska (hierarkier av) modeller och datorberäkningar (datorer har möjliggjort en enorm expansion av Galileos metodologiska fysikaliska reduktionism till mer komplexa problem, vilket i allt högre utsträckning suddar ut gränserna mellan detta angreppssätt och "systemtänk"). Detta är helt i Galileos anda, även om man här inte har samma frihet att välja strategiska pusselbitsexperiment.

Miljö är nära kopplat till biologi, som för närvarande genomgår en enorm kulturell förvandling; biologi håller bl.a. på att splittras i två delar: a) "vit" biologi (tänk vita labbrockar och genetik, mikrobiologi, etc., pådrivet av ekonomiska faktorer ifrån tillämpningar inom medicin, matproduktion, energiproduktion,...); b) "grön" biologi (tänk ekologi, samhällets miljöbehov, statlig finansiering av t.ex. laxtrappor vid vattenkraftverk, etc.). Båda dessa delar förändras dessutom i allt snabbare takt, där bl.a. matematiska modelleringsinslag blir alltmer påtagliga (dessa vilar implicit på relativa stabilitetsegenskaper med rötter ifrån grundläggande fysikalisk stabilitet samt de tidsförhållanden för genetisk utveckling som är satta av solsystemets partikulära och kontingenta egenskaper under livets ca fyra miljarder år långa historia). Matematiska modeller inom vit biologi vilar bl.a. på gemensamma genetiska egenskaper, t.ex. en stabil genetisk kod och gemensamma underliggande stabila cellmaskineriegenskaper; matematiska modeller inom grön biologi för ekologiska system har att göra med hur genetiska tidsskalor förhåller sig till miljöförändringstidsskalor. Precis som inom fysik så blir strategin inom dessa områden att man börjar med enkla modeller där komplexitet införs steg för steg. Skillnader utgörs av en mindre frihet att strategiskt välja modellpusselbitar; relativt stabila egenskaper är mer implicita; fler faktorer spelar roll, inte minst p.g.a. minskade skillnader i skalförhållanden, d.v.s. en påtagligt ökad komplexitet, vilket innebär större utmaningar där det dessutom tar längre tid för metodologiska reduktionistiska komplement, liknande de inom fysiken, att få genomslag.

JA Fråga 2. Anser du att metodologisk reduktionism inte varit en drivkraft inom humaniora och samhällsvetenskap?

CU Svar på JA fråga 2: Någon form av metodologisk reduktionism är nödvändig p.g.a. människans begränsningar, men den fysikaliska reduktionism som har sina rötter i fysikaliska observationer och experiment som ytterst är baserade på naturens stabila förhållanden och gigantiska möjliga skillnader inom en begränsad likhet, d.v.s. enormt olika fysikaliska skalförhållanden, är inte möjlig inom de flesta kulturvetenskaperna; trots kulturell tröghet så sker kulturell och teknologisk evolution på allt kortare tidsskalor gentemot människans livslängd, d.v.s. de stabilitetsförhållanden som naturvetenskaper bygger på finns inte. Inom t.ex. samhällsvetenskaperna så är t.o.m. ofta ett normativt syfte baserat på att en sådan stabilitet *inte* existerar; man är snarast frustrerad över den stabilitet kulturell tröghet ger (man säger t.ex. att jämställdhetsarbetet går för trögt, d.v.s., man ser inte tillräckligt stora effekter av det i ens eget liv; integrationen av invandrare tar generationer istället för att man ser effekter av den under en eller två valperioder, etc.).

Med detta sagt, det finns vissa delar av kulturvetenskaperna, t.ex. lingvistik, som präglas av en påtaglig relativ stabilitet, där förändringar över ett flertal generationer är mindre än en bas av relativ oföränderlighet. Språkliga komparativa studier av olika grupper av människor över tid och rum utgör element som visar på ett visst släktskap med fysikalisk metodologisk reduktionism. Relativ stabilitet i form av språklig kulturell tröghet gör det t.ex. möjligt att korrelera lingvistiska och genetiska avstånd. Denna underliggande relativa stabilitet i kulturell språkutveckling (som antagligen delvis har en genetisk bas, även om vad precis denna utgörs av för närvarande inte är klart, men som även påverkas av ett behov av effektiv kommunikation – prova själv att hitta på allt för många nya ord och ny grammatik när du försöker kommunicera) utgör basen för en påtagligt progressiv kunskapsutveckling som påminner om den inom naturvetenskaperna.

JA Fråga 3: Du skriver om ideografiska symboler som understöder vårt tänkande och du skriver i slutavsnittet att du själv sysslar med matematisk modellering av fysik. Använder du i detta sammanhang visualiseringsverktyg eller andra kognitiva verktyg för att öka överskådlighet?

CU Svar på JA fråga 3: Ja! Jag använder flitigt datorers ökande möjligheter till visualisering – mina artiklar är ofta fyllda av olika allt mer avancerade bilder som visualiserar abstrakta matematiska egenskaper.

JA Fråga 4: Du skriver att Newtons Principia är mer inflytelserik än Euklides Elementa. Detta beror enligt min mening bl a på vad man menar med inflytelserik. Euklides axiomatiska framställning var ett ideal för Newton, inte tvärtom. Både före (t ex Spinoza) och efter Newton anges Euklides som källa för ett axiomatiskt framställningssätt av en teori. För mig verkar det som om Newton väsentligt bidrog till axiomatiseringens popularitet som vetenskaplig metod men att Euklides förblir den verkliga inspirationen.

CU Svar på JA fråga 4: Jag använder flera sidor för att just förklara vad jag menar med inflytelserik i detta sammanhang. Förvisso var Euklides Elementa avgörande för axiomatisering som förebild, men det var inte primärt axiomatisering som gjorde Principia inflytelserik, utan först och främst (inte minst p.g.a. dess timing) (i) introduktionen av *universella lagar* som förenade det jordiska och himmelska, (ii) bredden av oväntade *empiriska framgångsrika förutsägelser om världen*, på ett sätt som ingen tidigare ens hade kunnat drömma om, vilket i sin tur ledde till förhoppningar om att kunna *kontrollera* verkligheten, (iii) som *förebild för många fler vetenskaper* än Elementa (som förvisso hade ett enormt inflytande på matematik och via Principia även på matematisk fysik) och, framförallt, (iv) Principia hade ett *bredare kulturellt inflytande* på Upplysningen och nuvarande demokratiska samhällens liberala värderingar (t.ex. universella mänskliga rättigheter), beskrivna i min text, som nu hotas.

JA Fråga 5: Du anser att Newtons axiom för rum och tid är empiriska utsagor. Det stämmer knappast om man med det menar att Newton utförde systematiska empiriska observationer som till slut möjliggjorde en generalisering uttryckta i hans axiom. Axiomen verkar snarare vara resultatet av grundläggande intuitioner. Däremot kan man säga att genom att Einstein inte använde Newtons rums- och tidsbegrepp och formulerade en mer fullständig teori för fysik än Newton visar detta indirekt att Newtons axiom måste vara empiriska och i viss mening falsifierbara.

JA Fråga 6: Du anser att Euklides axiom och definitioner är matematiska och implicit därmed enligt din syn ej empiriska. Men med samma resonemang som gör Newtons axiom till empiriska, kan man väl även göra Euklides axiom till empiriska. De verkar ju inte vara tillräckliga för Einsteins fysikteori. Detta innebär inte att man inte kan definiera en Euklidisk geometri som är giltig som abstrakt system bara att den inte tycks vara den bästa för vår nuvarande fysikbeskrivning. Skillnaden mellan vad som är empiriskt och vad som är matematiskt är inte så enkel att göra, t.ex. Kurt Gödel ansåg att matematik var empirisk.

CU Svar på JA fråga 5 och fråga 6: Eftersom frågorna 5 och 6 hänger ihop så besvarar jag dem tillsammans. Det finns stora empiriska skillnader mellan Euklides och Newtons axiomatiska motivation och beskrivningar. Matematiska axiomatiska system har förvisso sina rötter i den

fysiska verkligheten, speciellt den som har varit relevant för människans evolutionära historia. Euklides axioma var baserade på Egyptiska och Babylonska empiriska tumregler och var i hög grad intuitiva och Euklides geometri kan ses som en fysikalisk teori om världen, de är inte bara matematik (d.v.s. jag håller inte med om första meningen i fråga 6). Inte desto mindre så står Euklides Elementa i bjärt kontrast mot Principia när det gäller empirisk grund och intuition; Newton försökte i möjligaste mån införa empiriskt motiverade operationella kvantitativa definitioner för t.ex. massa, kraft, tid, rum, gravitation inom det empiriska noggrannhetsområde som var tillgängligt för honom. Låt mig illustrera detta med ett av många exempel. För att t.ex. motivera gravitationens universella egenskaper så fyllde Newton trälådor med lika vikter bestående av guld, silver, bly, glas, sand, koksalt, trä, vatten, vete och lät dem svänga som pendlar med lika långa (dryga 3 meter) trådar, vilket gav ett induktivt argument för att gravitation påverkar alla material på samma sätt. Ett annat exempel är att Newton bl.a. uppfann spegelteleskopet och använde sig av allt mer avancerade astronomiska observationer (gjorda av Flamsteed) för att göra förutsägelser, vars framgångar är kopplade till de operationella definitionernas empiriska grund. När Newton misslyckas med att ge en förklaring till hur t.ex. gravitationskraften verkar på avstånd så säger han att han inte gör någon hypotes om detta, men han har verkligen försökt; till skillnad från Euklides så gör Newton allt han kan för att *inte* bara förlita sig på intuition.

Newton försökte sig även på att empiriskt motivera ett absolut rum (tokigt nog eftersom det är tiden och inte rummet som är en absolut struktur i Newtonsk mekanik) genom att betrakta en hink med vatten som roterade, var vattenytan då blev skålformig. Detta experiment/tankeexperiment omtolkades så småningom av Ernst Mach som inspirerade Einstein till idéer om hur materian i hela universum eventuellt skulle inverka på materiens lokala tröghetsegenskaper (Newtons första lag), vilket påverkade Einstein då han funderade kring det som skulle bli hans allmänna relativitetsteori. Gödel, som var en nära vän till Einstein, försökte senare konkretisera relationen mellan det globala och lokala och skapade t.ex. den första allmänrelativistiska modellen av ett roterande universum. Det här ger en liten inblick i Gödels tankevärld och hur Gödels (enligt min mening överdrivna) uppfattning om matematik och empiri växte fram. Historiskt kan man konstatera att matematik i sig inte räcker till för att skapa nya fruktbara fysikaliska teorier, man behöver ny empiri som kan ligga till grund för den *otroligt lilla del* av matematik som är fysikaliskt relevant (detta trots otaliga exempel där "ren" matematik oväntat har visat sig ha fysikaliska tillämpningar). Newtons Principia var inte bara ett paradigmiskt exempel för vad fysikalisk teori kunde åstadkomma, den var även en paradigmisk förebild för behovet av allt mer icke-intuitiva empiriska kvantitativa operationella definitioner – Einstein fortsatte framförallt i Principias fotspår, inte i Elementas.

JA Fråga 7: Du skriver att naturvetenskapen inte är teleologisk, inte ens biologi. Men biologiska beskrivningar är ofta formulerade mycket teleologiskt, X och Y utvecklas för att garantera överlevnad. Frågan är om inte teleologiskt tänkande spelar en viktig heuristisk roll för biologer. Även om de mer filosofiskt, om de pressas, försöker förneka detta.

CU Svar på JA fråga 7: Nej, heuristiskt teleologiskt tänkande spelar inte en stor roll inom biologisk forskning – tvärtom utgör det ett hinder för framgång. Jag kan här ta ett exempel ifrån min kurs i vetenskapsfilosofi. En biologisk gästföreläsare höll ett föredrag i evolutionär biologi där han som biolog kallade fåglar som blev lurade att föda upp en gök som biologiska "suckers", något som gjorde en homosexuell kulturvetare i publiken synnerligen upprörd. Det här är bara ett exempel på kulturell dissonans mellan biologer och utomstående som ofta får

en helt felaktig uppfattning om vad evolutionär biologi handlar om och hur biologer tänker. Man skall inte låta sig som utomstående luras av biologers ordanvändning och projicera sina egna erfarenheter utanför biologi på denna. Låt mig här även nämna matematiska modellers ökande betydelse för att beskriva evolution – det finns inget som helst utrymme för teleologi i dessa modeller.

JA Fråga 8: Alla tror inte att "naturlagar" är oföränderliga, t ex Prigogine. C S Peirce tog inte klar ställning men ville hålla möjligheten till förändring öppen för alla regelbundenheter och använde därför generellt ordet "vana" (habit), generellt för observerade regelbundenheter inom alla vetenskapsområden. Anser du att detta är en rimlig hållning?

CU Svar på JA fråga 8: När det gäller Prigogine så är skillnaderna mindre än vad man vid första påseende skulle kunna tro, speciellt då det gäller den del av hans liv då han var vetenskapligt framgångsrik. Han fokuserade sig då bl.a. på självorganisation och emergens, men detta är bara en variant på synen av vad som är naturlagar. Istället för materiell reduktionism och partikelfysikens inmutning av vad som är naturlagar så inriktar man sig på (oföränderliga) organisationsprinciper (t.ex. inom termodynamik och dess generaliseringar) där man hävdar att dessa stabila regelbundenhetsmönster utgör de mest "fundamentala naturlagarna". Såväl Einstein som Penrose, liksom fler framstående fysiker inom materiella system, som t.ex. de som finns inom kondenserade materiens fysik, har uttryckt tankar om att sådana organisationsprinciper skulle vara mer fundamentala än t.ex. standardmodellen inom partikelfysik. Detta innebär således inte att man inte tror på en underliggande stabil ordning i någon form ("naturlagar"), debatten är snarast om vad som är viktigast för att beskriva denna ordning/regelbundenhet.

JA Fråga 9: Du skriver att idealiseringar spelar en stor roll i fysik men det gör de väl i andra vetenskaper också (se t ex nationalekonomi eller lingvistik)? Är inte idealisering i själva verket en kandidat för att vara en vetenskapligt generisk metod?

CU Svar på JA fråga 9: Förenklingar i form av idealiseringar är väsentligt för närmast vilken vetenskaplig verksamhet som helst, inte minst p.g.a. människans ändliga förmåga. Idealisering i sig är dock allt för vagt för att kallas för metod. Poängen med min beskrivning av Galileos metodologiska fysikaliska reduktionism var att detta är en *konkret* metod, illustrerat med mönsterbildande exempel, som strategiskt utnyttjar hur vissa delar av naturen är beskaffad för att ta fram idealiserade byggstenar som kan användas som utgångspunkt för att beskriva en mycket större del av den fysiska världen. Detta visar hur en *specifik typ* av idealisering konkret går till, anpassat till ett synnerligen avgränsat sammanhang. Inom nationalekonomin har man i hög utsträckning följt i Newtons fotspår (i detta sammanhang kan vi notera att Newton bl.a. revolutionerade Storbritanniens ekonomi då han på gamla dar var chef för det engelska myntverket), exemplifierat av Adam Smith och hans efterföljare, men resultaten kan knappast sägas vara lika trovärdiga och beständiga som de inom fysiken – ett studieområdes inneboende karaktär spelar en avgörande roll för de resultat som kan uppnås.

JA Fråga 10: Du anser, liksom Wilhelm Dilthey. Att "förståelse" är något annat i naturvetenskap än "kulturvetenskaperna". Du ger emellertid inte två olika definitioner av förståelse, som skulle kunna stöda denna åsikt. Personligen anser jag att Dilthey har fel och

att en definition av förståelse i följande stil, = koppla ihop input-information (observerad information) med redan accepterad (bakgrunds)information på ett meningsfullt sätt är precis lika giltig i både naturvetenskap och kulturvetenskap. Förståelseprocessen är den samma men det man ska förstå, förståelsens objekt, skiljer sig. Vi tror inte att stenar har avsikter men vi tror människan har det.

CU Svar på JA fråga 10: Nej, jag inleder ju förståelsediskussionen med att påpeka att förståelse i alla former (d.v.s. i bred betydelse) har att göra med att konsistent relatera olika aspekter till varandra (helt i linje med ovanstående definition). Frågan är dock hur detta konkretiseras och skiljer sig åt i mer snäva sammanhang, t.ex. så finns det enligt min mening helt odiskutabla skillnader när det gäller förståelse och förståelsens förutsättningar mellan natur- och kulturvetenskaper (däremot tycker jag att Diltheys diskussion om förståelse och förklaring visar på en närmast pinsam brist på förståelse(!), som följd av undermålig empirisk och teoretisk information). Människan har en simuleringskapacitet, fantasi, som bl.a. ger upphov till empati, vilket ger upphov till helt nya interaktionsegenskaper jämfört med planeter och elementarpartiklar etc. och detta har konsekvenser för förståelse. Vad mer är, modern kognitionsvetenskap visar att detta involverar olika områden/kretsar i hjärnan (d.v.s., förståelseprocesserna är *inte* helt desamma inom olika discipliner, även om det finns vissa gemensamma nämnare). Studieobjektens karaktär inom natur- och kulturvetenskaper spelar roll för förståelsens detaljer. Diltheys tankar har ett visst historiskt intresse, men det är mycket mer intressant att belysa olika vetenskapsområdens karaktär baserat på nuvarande kunskapsnivå och betydligt större empiriska möjligheter.

JA Fråga 11: Däremot tycks du, liksom jag, avvisa Windelbands och Rickerts försök att skilja naturvetenskap från kulturvetenskap genom begreppen "nomotetisk" och "idlografisk". Båda begreppen går att tillämpa och har en funktion i båda typerna av vetenskap.

CU Svar på JA fråga 11: Ja, även om olika områdets inneboende karaktär spelar roll för hur dessa aspekter kommer till uttryck och vad de kan ge.

JA Fråga 12: Du skriver om att det inte tycks spela någon roll hur man tolkar kvantmekaniska ekvationer med traditionell ontologi, "bara man kommer till samma kvantitativa experimentella förutsägelser och resultat". Pekar detta inte möjligen på en ny ontologi – verkligheten är i grunden abstrakt matematisk. Är det ingen kvantfysiker som hävdar detta?

CU Svar på JA fråga 12: Inom kvantmekaniken började detta med Bohrs påtagliga instrumentalism (teorier är bara ett praktiskt instrument för att göra förutsägelser; en föregångare till detta var Ptolemaisk astronomi där epicykler etc. bara sågs som praktiska instrument för att beskriva planetrörelse medan man samtidigt accepterade Aristoteles kvantitativt inkorrekta beskrivning som ontologiskt riktig). Dock, som jag säger, nästan varje människa som ägnar sig åt kvantmekanik tenderar att ha sin mer eller mindre egen filosofi. Naturligtvis finns det även de som hävdar i Pytagoreisk anda att världen ytterst sett är matematisk, men hur detta skall tolkas ger upphov till otaliga olika varianter (till att börja med, vem har en entydig definition om vad matematik är?). Jag noterar att man tidigare extrapolerade termodynamikens följder på ibland närmast absurt naiva sätt och är benägen att tro att man även nu gör det med kvantmekaniken som enligt mig omöjligt p.g.a. dess linjäritet kan vara ett slutgiltigt svar. Även om olika ontologiska uppfattningar och tolkningar

har en psykologisk betydelse så är följande fråga mer intressant: Hur skall vi fruktbart komma vidare till djupare fysikaliska teorier (med medföljande nya ontologiska implikationer)?

JA Fråga 13: Ditt bruk av ordet "ontologi" förbryllar mig lite. I filosofi brukar det betyda grundläggande verklighetskategori, som t ex "realism" kontra "idealism", "materialism" kontra "idealism" eller antal grundläggande verklighetskategorier såsom "monism" kontra "dualism" eller "trialism" (t.ex. Peirce eller Popper). I datavetenskap betyder "ontologi" numera helt enkelt taxonomi (klassifikation). I fysik finns det eventuellt en tredje betydelse av "antagande om existens av en fysikalisk grundläggande parameter", eftersom jag antar att inte alla existenspåståenden i fysik skulle kallas ontologiska, t.ex. "det finns mjölk i kylskåpet". Stämmer detta eller vill du relatera fysikens ontologibegrepp närmare till filosofi eller datavetenskap?

CU Svar på JA fråga 13: Jag använder ordet ontologi i samband med beskrivningen av Poppers filosofi och därför, precis som Popper, i anslutning till realism. Popper delar in tillvaron i tre världar: den fysiska världen (som även inkluderar t.ex. tidens och rummets karaktär), människors mentala subjektiva världar, samt "värld tre", en värld som består av människans kulturprodukter, t.ex. musik. Popper är intresserad av den fysiska världen och värld tre och hävdar med stor passion att dessa existerar oberoende av människan (även om värld tre har skapats av människan) och att vi kan ha objektiv kunskap om dessa – han är i denna mening en passionerad realist. Ontologi handlar därför i detta sammanhang om hur dessa världar är beskaffade, men mitt fokus ligger på värld 1.

JA Fråga 14: Varför anser du att Poppers hypotetiskt deduktiva metod är ett "metafysiskt ramverk"? I vilken mening är det metafysiskt?

CU Svar på JA fråga 14: Vissa har kritiserat Poppers "metod" som alltför vag och med inneboende konflikter för att vara en falsifierbar teori. Poppers reaktion var, med rätta, att fnysa åt sådana påståenden. Han säger inte hur vetenskap fungerar, han säger hur den fungerar när den är som "bäst" och vad man behöver göra för att vetenskap skall utvecklas och fungera. Det är ett normativt recept/ramverk (metafysiskt ramverk i kontrast gentemot ett falsifierbart vetenskapligt ramverk) med påståenden om vad som krävs för vetenskaplig utveckling och framgång, speciellt gällande värld 1.

JA Fråga 15: Kan du ge ett exempel på ett systematiskt fel som gjorts inom partikelfysiken. Förklara också gärna varför det uppkommit.

CU Svar på JA fråga 15: Jag hänvisar här till referensen jag ger, Cattoën, C., & Visser, M. (2007), fritt tillgänglig som arXiv: gr-qc/0703122. Som jag beskriver, det är utomordentligt svårt att få hållbar kunskap genom att endast använda en typ av metod/experiment. Det är först när kvalitativt olika metoder/experiment, helst inom till synes olika områden, visar på konsistenta och koherenta resultat som kunskap stabiliserar sig över tid inom fysik (och andra områden).

Låt mig ge ett exempel: upptäckten av elementarladdningens kvantisering. Som ung okänd fysiker så sig Robert Millikan ha upptäckt detta resultat med vad som har kommit att kallas Millikans oljedroppsexperiment. Felix Ehrenhaft, som var en mer känd fysiker, försökte reproducera Millikans resultat, men misslyckades trots ihärdiga försök. Med tiden gjordes

andra kvalitativt olika experiment som tydde på att Millikan hade rätt och över tid så förbättrade även Millikan sitt eget experiment. Detta resulterade så småningom i att Millikan fick Nobelpris medan Ehrenhaft misskrediterades, vilket ledde till att han tappade kontrollen över sitt eget liv och hamnade på sinnessjukhus. Långt senare visade det sig att Millikan hade struntat i vissa mätdata för att få fram sitt resultat (intuition? fusk?) och att hans experiment ursprungligen inte haft den noggrannhet som krävdes för att nå hans slutsatser.

Slutligen är det värt att notera att höga kostnader inom modern partikelfysik innebär ett problem eftersom detta hämmar experimentell mångfald. Det är utomordentligt svårt att identifiera (systematiska) fel när man inte har något att jämföra med.

JA Fråga 16: Innebär inte att "empirisk kunskap enbart gäller inom ett visst giltighetsområde med viss noggrannhet" att det alltid finns utrymme för tvivel gällande vad som händer om man blir mer noggrann eller utvidgar kontexten?

CU Svar på JA fråga 16: Ja. Vad som händer är att man t.ex. i Newtonsk fysik hittade en begränsad sanning om världen, något som korresponderar mot vissa aspekter i världen med en viss noggrannhet. Einsteins allmänna relativitetsteori och kvantmekaniken hittade en breddad sanning, d.v.s., fler och noggrannare korrespondensförhållanden med den fysiska världen. Världen är komplex, vi lär aldrig få ett perfekt korrespondensförhållande mellan en matematiskt formulerad teori och världen. Däremot hoppas vi och tror på att vi kan få allt bättre teorier, d.v.s. teorier som står i en allt bredare och noggrannare korrespondens med världen. Hur långt denna sannings/korrespondens realism kan nå är en öppen fråga, men frågan om sanningskorrespondens är central och bl.a. något vår kulturella värld är uppbyggd kring.

JA Fråga 17: Anser du att Foucaults maktanalys av vetenskapens utveckling är relevant för fysikens vetenskapliga utveckling? Har detta i så fall påverkat sanningshalten av fysikens senaste rön eller bara styrt vilka områden man forskat på?

CU Svar på JA fråga 17: Till viss del. Sanning i meningen korrespondens spelar en avgörande roll över tid. Dock påverkas pågående forskningsaktiviteter allt mer av externa maktfaktorer, vilket innebär att vissa forskningsområden utforskas mer än andra, delvis oavsett av vad som är av vikt när det gäller korrespondens- och sanningsdjup. Dessutom inverkar externa maktfaktorer på kort sikt om vad som påstås vara sant, men som sedan kanske inte visar sig vara det. Dock, sanning i form av korrespondens och koherens är inom naturvetenskap ett fantastiskt filter över tid.

JA Fråga 18: Jag delar din syn att mode är en faktor att räkna med i vetenskapsutveckling. Modet kan ibland vara kopplat till nya teoretiska insikter och modeller som verkar lovande och ibland vara mer svårförklarligt. Vad är senaste modet i teoretisk fysik och varför har det uppstått? Kan förekomsten av det du kallar "systemfel" förklaras med modeströmningar?

CU Svar på JA fråga 18: Det finns en mängd moden. Tag t.ex. ett av mina egna forskningsområden, kosmologi, där universums acceleration är en källa till närmast "anything goes" inom "modifierad gravitation" (modifikationer av Einsteins allmänna relativitetsteori) vilket utgörs av matematiska spekulationer utan nästan någon som helst empirisk grund (som

sagt, endast en försvinnande liten del av matematik är fysikaliskt relevant); ett annat ännu mer spektakulärt exempel är strängteori – ett matematiskt ramverk som utvecklats under ca 50 år utan att ha genererat ett enda empirisk falsifierbart påstående. Båda exemplen är en följd av bristande empirisk input; det behövs en kritisk mängd empiriska pusselbitar för att skapa en framgångsrik teori som korresponderar mot verkligheten. Utan tvivel genererar modeströmningar systematiska fel (men alla systematiska fel är naturligtvis inte en följd av modeströmningar) – det är endast över tid då fysikaliska discipliner har mognat som hållbar kunskap typiskt erhålls, inom begränsade områden med begränsad noggrannhet.

JA Fråga 19: Om ditt forskningsområde. Hur blir en rumtidssingularitet generisk? Om den är generisk, i vilken mening är den då en singularitet och vice versa?

CU Svar på JA fråga 19: Detta är en matematisk term. Vad jag bl.a. sysslar med är vad som händer inne i svarta hål. Dessa kan bildas på otaliga (= generiska i detta sammanhang) sätt vilket även yttrar sig hur rum och tid upphör inne i sådana svarta hål, vilket händer då t.ex. materien blir oändligt komprimerad och tät, vilket är det vi inom fysik kallar för ett singularit tillstånd, något som även avspeglar sig i de matematiska modeller vi använder.

JA Fråga 20: På vilket sätt skulle hermeneutik komma till nytta i fysik? Ge gärna ett konkret exempel.

CU Svar på JA fråga 20: Detta är inte hermeneutik i humanistisk mening. Istället som jag påpekar är det snarare att man metodiskt och dynamiskt går mellan breda komplexa problem som ger upphov och kontext till enklare delproblem som in sin tur genererar mera komplexa problemställningar och hur detta inverkar på fysikalisk förståelse och tolkning. D.v.s. det är mer ett utnyttjande av något som påminner om en hermeneutisk cirkel/spiral, d.v.s. ett medvetet utnyttjande av feedbackloopar för kunskapsutveckling. Ta exemplet med generiska singulariteter. Detta utgör för närvarande ett omöjligt matematiskt problem (t.o.m. för världens bästa matematiker), men detta problem kan formuleras så att det ger upphov till delproblem som man faktiskt kan lösa. Dessa delproblem ger i sin tur feedback till omformulering och precisering av det ursprungliga synnerligen ambitiösa kontextualiserande problemet. Tillsammans skapas därmed en hierarki av problem som tillåter en progressiv kunskapsutveckling.

Leif Bloch Rasmussen

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Mit udgangspunkt for læsningen af artiklen har været Peirce's begreb abduktion, idet Peirce ser abduktion som værende kreativt hypotese- og ide-skabende. Dette med sigte på at forstå hvorfra Popper's "Fråge-/problemstilling baserad på tidigare observationer/experiment" kommer.

Heri er der altså spørgsmål og problemstillinger, der kommer fra tidligere observationer/eksperiment. Er disse baserede på induktiv eller deduktion, eller indgår der abduktion og metafysik- og i givet fald hvordan?

Dette kan udbygges med Peirce' skelen mellem tychisme (chance), ananchisme (nødvedighed) og agapisme (evolutionær kreativitet), altså at kreativt hypotese og ide-skabelse bygger på alle tre i synchisme, altså i cyklisk samspil. Derfor spørgsmålet til både Kuhn, Popper og Uggla, specielt når der i artiklen står at teleologiske forklaringer er udelukket samtidig med at der står, at Popper bygger på metafysik.

Det er det Peirce ville sige, at der er en sammenhæng mellem abduktion og metafysik (han brugte også udtrykket kosmologi), heri håbet og troen på, at der kunne findes forklaringer på at videnskaben kunne udvikle sig til mere viden, ny viden, hvad enten det var baseret på Kuhn's tilfældigheder/revolutioner eller Popper's lineære, evolutionære tolkning af de fysiske videnskaber. Dermed mit andet spørgsmål knyttet til Uggla's nuværende forskningsområde om sorte hullers indre struktur ("generiska rumtidssingularitetens egenskaper") samt udvikling og anvendelse af matematiske metoder til at beskrive og tydeliggøre forskellige kosmologiske modeller matematiske og fysiske indhold.

Mit andet spørgsmål: hvad gør, at du tror på, har tillid til, har håb om, at der findes muligheder for svar på 'Fråge-/problemställning baserad på tidigare observationer/experiment' omkring de to områder? Selvom din hypotese skulle blive falcificeret; ville du så ikke fortsætte med at tro på, have tillid til og håb for andre - bedre - hypoteser/eksperimenter?

Når jeg skriver 'du', mener jeg i virkeligheden det, du også antyder i artiklen - det som Peirce kalder 'community of inquirers', som jeg oversætter til kundskabende sociale relationer. Du nævner de sociale relationer som havende betydning for dit valg af 'frågeställningar':

"...viljan att samarbeta med vissa personer som jag träffat, då jag känner en stor glädje i att samarbeta, vilket mer eller mindre av slump har resulterat i ökade samarbeten med matematiker. Inte minst känner jag en tillfredsställelse att dela erfarenheter med yngre forskare. Detta har resulterat i att jag på senare tid mer eller mindre har tvingats in i mer moderiktiga projekt, eftersom yngre forskare behöver få citat för att få fortsätta sin vetenskapliga bana. Jag kan inte säga att valet av sociala relationer och den inverkan på forskningsfrågor detta innebär är optimalt för min vetenskapliga gärning, men livet består av mer än vetenskap där sociala band torde tillhöra det viktigaste."

... og siger så, at det burde de måske ikke have. Dermed mit tredje spørgsmål:

Er det ikke nødvendigt at bryde med traditioner (paradigmer, for at bruge Kuhn's sprog), selv i de fysiske videnskaber, uagtet de klynger sig til Popper's hypotetisk deduktive 'metode', som du skriver. Kræver det ikke tvær-disciplinaritet, trans-disciplinaritet på tværs af og transcenderende natur-, sociale- og humanistiske- videnskaber? Er det ikke nødvendigt for sandheden, at den medudvikler skønheden, godheden, værdigheden, troen? Og omvendt: at æstetik, etik, politik, religion har brug for videnskab. Er de ikke venner - eller er de fjender? Tror både Kuhn og Popper ville sige, der er venner, medes en af mine egne hof-filosoffer Charles West Churchman legende antyder, at de måske er fjender.

Kilder:

Charles West Churchman: 'The Inquiring Systems', Basic Books, 2971

Charles West Churchman: 'The Systems Approach and Its Enemies', Basic Books, 1979

Charles Sanders Peirce: 'The fixation of belief, Popular Science Monthly, 12, November 1877

Charles Sanders Peirce: How to make our ideas clearer, Science Monthly, 1878

Charles Sanders Peirce: [1935], "A Neglected Argument for the Existence of God", *Hibbert Journal*, 7, 1908

B. Claes Uggle (CU) svar och svarskommentarer till Leif Bloch Rasmussen (LBR)

LBR Fråga 1: Mit udgangspunkt for læsningen af artiklen har været Peirce's begreb abduktion, idet Peirce ser abduktion som værende kreativt hypotese- og ide-skabende. Dette med sigte på at forstå hvorfra Popper's "Fråge-/problemstilling baserad på tidigare observationer/experiment" kommer.

Heri er der altså spørgsmål og problemstillinger, der kommer fra tidligere observationer/eksperiment. Er disse baserede på induktiv eller deduktion, eller indgår der abduktion og metafysik- og i givet fald hvordan?

Dette kan udbygges med Peirce' skelen mellem tychisme (chance), ananchisme (nødvedighed) og agapisme (evolutionær kreativitet), altså at kreativt hypotese og ide-skabelse bygger på alle tre i synchisme, altså i cyklisk samspil. Derfor spørgsmålet til både Kuhn, Popper og Uggle, specielt når der i artiklen står at teleologiske forklaringer er udelukket samtidig med at der står, at Popper bygger på metafysik.

CU Svar på LBR fråga 1: Ovanstående fråga är allt för bred för att ha ett entydigt svar. Vad jag kan säga är att nya frågeställningar inom de fysikaliska vetenskaperna är intimt förknippade med studieobjekts inneboende karaktär och teoretiska mognad, hur snävt och hur länge ett forskningsområde har beforskats och utsatts för empirisk testning. När det gäller metafysik och Popper låt mig här passa på med några förtydliganden. Popper fokuserar sig på den vetenskapliga produktens karaktär, inte på processen hur man kommer fram till denna produkt. Produkten, d.v.s. den fysikaliska teorin, skall innehålla falsifierbara påståenden, d.v.s. att teorins karaktär möjliggör att empiri på sikt potentiellt leder till att man bör fatta beslutet att förkasta teorin och ersätta den med en annan teori. Däremot behöver inte varje påstående vara potentiellt falsifierbart utan det är både möjligt och önskvärt att falsifierbara delar av teorin binds samman med mindre skarpa komponenter som för närvarande inte är falsifierbara, vilket är vad Popper menar med metafysik. Detta betyder inte att all metafysik är önskvärd – tvärtom, endast vissa metafysiska ingredienser är lämpliga. När det gäller vetenskaplig produktion, som antagligen ligger närmast Peirce syn på abduktion, vilket för övrigt var ett flytande begrepp under hans liv, så anammar Popper Einsteins syn där väsentligen "anything goes" (i den kreativa frågeställnings- och hypotesbildandefasen) så länge detta ger upphov till en breddad falsifierbar produkt (som möjliggör den kritiska testningsfasen), d.v.s. en teori som innehåller ett ökat antal potentiellt falsifierbara påståenden om den fysiska världen. Hur detta går till beror på vad man sysslar med och vem som bedriver forskningen – vad som vid ett visst tillfälle kan vara fruktbart för en person behöver inte vara det för en annan.

LBR Fråga 2: Det er det Peirce ville sige, at der er en sammenhæng mellem abduktion og metafysik (han brugte også udtrykket kosmologi), heri håbet og troen på, at der kunne findes forklaringer på at videnskaben kunne udvikle sig til mere viden, ny viden, hvad enten det var baseret på Kuhn's tilfældigheder/revolutioner eller Popper's lineære, evolutionære tolkning af de fysiske videnskaber. Dermed mit andet spørgsmål knyttet til Uggle's nuværende

forskningsområde om sorte hullers indre struktur ("generiska rumtidssingulariteters egenskaper") samt udvikling og anvendelse af matematiske metoder til at beskrive og tydeliggøre forskellige kosmologiske modelleres matematiske og fysiske indhold.

Mit andet spørgsmål: hvad gør, at du tror på, har tillid til, har håb om, at der findes muligheder for svar på 'Fråge-/problemställning baserad på tidigare observationer/experiment' omkring de to områden? Selvom din hypotese skulle blive falsificeret; ville du så ikke fortsätta med att tro på, have tillid til och håb for andre - bedre - hypoteser/eksperiment?

CU Svar på LBR fråga 2: Frågan är inte speciellt relevant när det gäller mina arbeten om generiska rumtidssingulariteter eftersom dessa i huvudsak för närvarande rör rent matematiska icke-empiriska egenskaper. Frågan blir lite mer relevant när det gäller min verksamhet inom kosmologi, men låt mig först kommentera relationen mellan Poppers och Kuhns filosofier som i vissa avseenden inte alls är i konflikt med varandra (man bör här påminna sig om att Kuhn var teoretisk fysiker och att han skall tolkas som en sådan och inte som om han kom ifrån t.ex. samhällsvetenskaperna). Popper säger som sagt att teorier/hypoteser bör innehålla skarpa empiriskt testbara påståenden. Samma sak ligger till grund för Kuhns samtliga exempel på hur (paradigmatiska förtroende) kriser genereras inom de fysikaliska vetenskaperna, nämligen av observationella kvantitativa och reproducerbara resultat, d.v.s. just vad Popper menar med testbarhet, vilket Popper hävdar krävs för att en fysikalisk vetenskap skall ha en progressiv utveckling.

De främsta skillnaderna mellan Popper och Kuhn ligger i hur de tolkar övergången mellan en tidigare teori och en ny, där Kuhn för fram idén om att de skulle vara inkommensurabla (d.v.s., i viss mening ej jämförbara). Detta har dock konkret visat sig vara en överdrift då Kuhn (i) gör systematiska fel i sin historiebeteckning genom att endast välja ut det som passar hans idé om vetenskaplig process – normal (paradigmatisk) vetenskap → anomalier genererande en kris (av paradigmiskt förtroende) → revolution (paradigmskifte) → normalvetenskap..., vilket har visat sig vara en allt mer irrelevant historiebeteckning, (ii) genom att han underskattar logisk kontinuitet och medföljande tolkningsfrihet i moderna kvantitativa fysikaliska teorier. Kuhn förde själv fram ett argument som skulle kunna visa att hans inkommensurabilitetsidé var felaktig, eller i alla fall överdriven; han hävdade att en rättvis bedömning av olika teorier skulle kräva ett övergripande neutralt metaramverk, vilket han trodde var omöjligt.

Den teoretiska fysiken Jürgen Ehlers tog detta som en utmaning när det gäller Newtonsk respektive allmänrelativistisk gravitationsteori. Han noterade att man inte alls behöver karakterisera gravitation som en kraft i Newtonsk teori, som man oftast gör, utan att man istället kan beskriva gravitation med en viss typ av geometri som är besläktad med den man använder inom allmän relativitetsteori. Genom att generalisera båda dessa teoriers geometriska logiska innehåll till en mer allmän geometrisk beteckning som inkluderar båda (d.v.s. ett gemensamt logiskt metaramverk) så kunde han visa hur man matematiskt rigoröst kunde ta fram hur Newtonsk teori kunde härledas som ett specialfall av allmän relativitetsteori. Vad mer är, detta metaramverk har visat sig vara ett praktiskt redskap för att ta fram korrektioner till Newtonsk teori som dessutom ger insikter och logiska förklaringar till varför begrepp i Newtonsk teori överhuvudtaget har uppstått. Newtonsk och allmänrelativistisk gravitationsteori är inte inkommensurabla – tvärtom är de nära besläktade och man kan visa att det både finns en logisk och empirisk progression från Newton till Einstein, något jag för övrigt själv använder mig av då jag undervisar mekanik och allmän relativitetsteori.

När det gäller hypoteser inom kosmologi så kommer dessa i slutändan, precis som gäller för all annan fysik, avgöras av ny empiri tack vare nya teknologier verkande över tid. Vissa delar inom kosmologi är så väl empiriskt etablerade att de kommer att vara opåverkade av detta, t.ex. att universum utvecklas och att det observerbara universum har genomgått en varm tidig fas där nästan allt väte och helium i universum har skapats; andra delar som rör detaljer om t.ex. universums storskaliga struktur och expansion kommer däremot med stor sannolikhet att genomgå förändringar i ljuset av ny empiri. Just nu spekuleras det vilt av en del teoretiska fysiker (vilket illustrerar en tro på att det är möjligt att nå bredare och mer exaktare beskrivningar av den fysiska verkligheten, vilket är en utbredd uppfattning inom naturvetenskapen, som jag för övrigt själv delar), men detta är en följd av bristande empiri. Andra som jag föredrar att så länge det är brist på empiri vidareutveckla matematiska metoder och det teoretiska interfacet mot (framtida möjliga) observationer, vilket även innebär ett försök att skapa bättre förutsättningar för empirisk testbarhet.

LBR Fråga 3: När jeg skriver 'du', mener jeg i virkeligheden det, du også antyder i artiklen - det som Peirce kalder 'community of inquirers', som jeg oversætter til kundskabende sociale relationer. Du nævner de sociale relationer som havende betydning for dit valg af 'frågeställningar':

"...viljan att samarbeta med vissa personer som jag träffat, då jag känner en stor glädje i att samarbeta, vilket mer eller mindre av slump har resulterat i ökade samarbeten med matematiker. Inte minst känner jag en tillfredsställelse att dela erfarenheter med yngre forskare. Detta har resulterat i att jag på senare tid mer eller mindre har tvingats in i mer moderiktiga projekt, eftersom yngre forskare behöver få citat för att få fortsätta sin vetenskapliga bana. Jag kan inte säga att valet av sociala relationer och den inverkan på forskningsfrågor detta innebär är optimalt för min vetenskapliga gärning, men livet består av mer än vetenskap där sociala band torde tillhöra det viktigaste."

... og siger så, at det burde de måske ikke have. Dermed mit tredje spørgsmål:

Er det ikke nødvendigt at bryde med traditioner (paradigmer, for at bruge Kunh's sprog), selv i de fysiske videnskaber, uagtet de klynger sig til Popper's hypotetisk deduktive 'metode', som du skriver. Kræver det ikke tvær-disciplinaritet, trans-disciplinaritet på tværs af og transcenderende natur-, sociale- og humanistiske- videnskaber? Er det ikke nødvendigt for sandheden, at den medudvikler skønheden, godheden, værdigheden, troen? Og omvendt: at æstetik, etik, politik, religion har brug for videnskab. Er de ikke venner - eller er de fjender? Tror både Kunh og Popper ville sige, der er venner, medes en af mine egne hof-filosoffer Charles West Churhman legende antyder, at de måske er fjender.

CU Svar på LBR fråga 3: Kulturvetenskaperna har haft och har en helt försumbar roll när det gäller modern fysikalisk grundforskning. I den mån paradigmskiftet i Kuhnsk mening överhuvudtaget kan sägas ske inom detta område så har de sin grund i kvantitativ ny empiri, ofta baserad på ny teknologi från andra områden. Tvärvetenskap handlar snarast om att ta till vara på nya möjliga kulturtillämpningar, men tvärvetenskap har haft och har ett marginellt inflytande över de grundläggande fysikaliska vetenskaperna.

Naturfilosofers/fysikers motivation har över tid ändrats: exempelvis var religion en ofta avgörande faktor varför folk överhuvudtaget ägnade sig åt fysik under framförallt 1600- och 1700-talet, men idag är religiös motivation närmast obefintlig förutom hos ett fåtal individer. Estetik i form av t.ex. matematisk estetik och enkelhet har varit och är en viktig influerande faktor för hur fysiker konstruerar och relaterar teorier till empiri, men detta är en väldigt

speciell form av estetik. Etik har överlag inte spelat någon större roll inom modern naturvetenskap, med vissa undantag, t.ex. i samband med skapandet av atombomber. Detta är enligt min mening oroande då nanoteknologi, bioteknologi, artificiell intelligens, etc. antagligen kommer att förändra människors livsvillkor, t.o.m. vad som menas med att vara en människa, i grunden framöver. Problematiken ökar dessutom p.g.a. att denna typ av forskning i allt högre grad kommersialiserats och bedrivs inom företag där marknadsekonomisk hänsyn dominerar. Om naturvetenskap är vän eller fiende gentemot t.ex. religion beror helt och hållet på vilka religiösa föreställningar man har.

Per Flensburg

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Artikeln är en grundlig diskussion av ett av de mest missbrukade begreppen i modern vetenskap, nämligen Kuhns paradigm-begrepp. Det är en alldeles utmärkt genomgång och författaren visar stor öppenhet mot icke-naturvetenskapliga synsätt. Jag är i huvudsak samhällsvetare, men började mina akademiska studier med att bli fullblodsmatematiker. Jag blev väldigt upprörd då föreläsaren i astronomi "dividerade bort dx " utan att först ha visat att det var en kontinuerlig funktion. "Ah, det är de alltid!" var hans kommentar! När jag sedan började mina doktorandstudier 1976 gick jag en del kurser i vetenskapsteori och dito metod och kom då kontakt med Kuhn och senare även med Berger & Luckmann (Berger, Luckmann and Olsson, 1979). Ungefär under 80-talet gjorde ett antal doktorander, bland dem jag, revolution mot våra handledare och kritiserade deras tekniska perspektiv till förmån för vårt eget organisations- och medarbetarriktade. Detta har jag beskrivet i min artikel om den stora tankestriden i informatik (Flensburg, 2019) som är utgiven i AAS-serien i Strömstad akademi. När jag pensionerades började jag läsa filosofi och sedermera även idéhistoria och fick en del inblick i historievetenskaperna, som räknas till den humanistiska fakulteten. När jag skrev C-uppsats i idéhistoria kom jag i kontakt med Ludwik Fleck (Liliequist, 2003) som på 30-talet publicerade en skrift som till en hel del visar sig vara föregångare både till Kuhn och Berger & Luckmann (Fleck, 1935). Kuhn kände till Fleck, men citerade aldrig honom. Enligt min uppfattning beskriver Fleck bättre hur ett tankekollektiv (paradigm) uppkommer och hur det vidmakthålls genom vissa tankestilar (paradigm i annan betydelse). Självt införde jag begreppet "tankestrid" som beteckning på den process där skilda tankestilar strider om makten över kollektivet.

Du skriver: "Galileo tog den experimentella metoden till en ny nivå där experiment genererar hållbar *intersubjektiv reproducerbar information och argument* om hur världen är beskaffad". Det är det lilla ordet "intersubjektiv" som gläder mig. Fleck introducerar begreppet *tankekollektiv* som enkelt kan beskrivas som de forskare som delar samma paradigm. Naturvetenskapen bygger på intersubjektivitet och inte objektivitet som dess företrädare ofta hävdar. Det senaste jag läste i ämnet var en artikel i Illustrerad Vetenskap (Haugaard Nielsen, 2021) som beskriver ett kvantfysiskt experiment där två observatörer observerar samma fenomen men ser olika saker (Bong *et al.*, 2020). Så inte ens i fysikens mest objektiva värld finns inte objektivitet. Fast kvantfysiken har alltid varit konstig...

På den tredje sidan skriver du: "Galileo sökte och valde ut extremt avgränsade naturfenomen där endast ett fåtal faktorer till en viss noggrannhetsgrad inverkar på ett experiments utfall, där dessa faktorer dessutom kunde varieras var och en för sig". Detta tillvägagångssätt

används i kvantitativa undersökningar inom samhällsvetenskapen, men med den skillnaden att de avgränsade fenomenen, variablerna, anses ge en fullständig beskrivning av det studerade fenomenet. Till yttermera visso finns en tendens att antaga att de viktigaste variablerna också är de som är lättast att mäta. Några bevis brukar dock inte anges.

När du i din jämförelse av Galileo och Aristoteles hävdar att "Trots att Aristoteles filosofiska system användes i ca 2000 år lyckades ingen med att utveckla det till ett användbart verktyg som genererar nya resultat och tillämpningar" kommer jag att tänka på Imre Lakatos' forskningsprogram (Lakatos, 1976) där han diskuterar hur man ser att ett visst forskningsprogram kommer att bli framgångsrikt eller om det kommer att degenerera. Han kommer inte fram till några tydliga kriterier. När det gäller ditt påstående om Aristoteles så tycker jag du är lite för schablonartad. Aristoteles beskrev världen, såsom han trodde den såg ut, men han var ju själv en produkt av en kultur där praktiskt arbete och tillämpningar föraktades och den rena tanken var idealet. Det var Platon som introducerade detta, men Aristoteles tog in den gamle Thales' tankar om de fyra elementen och fogade in dem i ett stort sammanhängande system. Det var dock inte hans tanke att systemet skulle leda till framgång i den mening vi nu lägger i ordet. Därför tycker jag att det är lite orättvist att jämföra honom och Galileo. Deras världar var i stor utsträckning inkommensurabla. Dock anser jag fortfarande att Aristoteles beskrivning av olika sorters kunskap i den Nichomenska etiken, bok VI, är alldeles lysande och något av det bästa som skrivits om kunskap. Hittills.

Du skriver också: " Även om naturlagar och de fenomen i naturen de beskriver har en grund som är oberoende människan så är vår kunskap och formuleringar av dessa samband beroende av både naturens och människans egenskaper, samt det mänskliga samhället." Underbar formulering och håller helt med. Matematiska bevis av satsen, t.ex. Hilberts 23 problem blir inte godkända hursomhelst utan det krävs en omfattande granskning av matematikersamfundet. Och skulle du som matematiker lägga fram ett bevis, blir det säkert lättare accepterat än om jag som idéhistoriker skulle lägga fram samma bevis.

När du pratar om solsystemet skriver du: " alla 'relevanta' storheter är dessutom operationellt definierade. Jämför detta system med hur vi använder ordet till vardags – vad är t.ex. ett samhällssystem?" Du pekar här på en väsentlig skillnad mellan naturvetenskap och andra vetenskaper. Men för mig som samhällsvetare och dessutom systemteoretiker är innebörden av samhällssystem fullkomligt klar. Samma gäller för min kollega, som satt i rummet bredvid då jag inte var tvångspensionerad. Hans (ja, det var en person som vid den tiden definierade sig som tillhörande det manliga könet och såvitt jag vet fortfarande gör det) definition var dock helt annorlunda och vi hade många roliga diskussioner om detta. Men är alla naturvetare alltid överens?

Din jämförelse i urvalsstorlek mellan fysikaliska undersökningar och samhällsrelaterade eller medicinska undersökningar är slående. Men än mer slående tycker jag att de oberoende variablerna är, dvs de förhållanden som finns kring det studerade fenomenet men vars påverkan antas vara konstant. Fysikerna har inte stora problem med att hitta en population, beskriva dess egenskaper och tolka resultatet. Intressant är dock att man matematiskt kan visa att de flesta enkätundersökningar ger felaktigt resultat. Det var en forskare som heter John Ioannidis som kom på detta och skrev en av de mest citerade artiklarna i världen (Ioannidis, 2005). Undras om det kan tillämpas på kvantmekanik också?

Du kommer in på en viktig skillnad mellan naturvetenskap och humaniora. Naturvetaren *förklarar* i termer av orsak-verkan, som kan vara mer eller mindre belagd, mer eller mindre

trolig men i princip $a \Rightarrow b$. Humanisten *förstår* ett fenomen i förhållande till andra fenomen, historia, samhälle, psykologi hos inblandade personer. Naturvetarens ideal är en ekvation, humanistens ideal är en gripande berättelse. Men visst måste väl naturvetaren också förstå i icke-matematiska termer? Detta belyser du sedan. Du kommer in på en väldigt viktig sak, som enligt min mening är Vetenskapens Essens: Under vilka förhållanden stämmer detta? Naturvetaren bestämmer randvillkoren genom en rigorös metrologi (nej, det har inget med väder att göra! Mätningar är det!), samhällsvetaren och ännu mer humanisten bestämmer randvillkoren genom mer eller mindre begripliga och genomarbetade teorier, som manifesteras genom berättelser kring det studerade fenomenet.

Din diskussion kring Popper är lysande, men kan bara tillämpas inom naturvetenskapen. Ingen redaktör för någon tidskrift inom ett samhällsvetenskapligt område skulle publicera en artikel som bevisar att en hypotes inte stämmer! Det är en konsekvens av "the publication game" (Beall, 2012) och som leder till rovtidskrifter, något jag tror naturvetare också är drabbade av.

Du skriver: " Den teknologiska utvecklingen har även lett till att man fruktbart har kunnat angripa alltmer komplexa fenomen, inte minst p.g.a. den snabba utvecklingen av datorer som t.ex. tillåter allt mer avancerade datorsimuleringar". Jag vill bara påpeka, eftersom detta är mitt ämne, att datorer är strikt deterministiska och byråkratiska. De saknar totalt omdöme, något som kännetecknar stort sett varje levande människa. En dator i form av ett AI-system kan känna igen ett visst mönster av något slag, som den blivit tränad till men den kan aldrig fatta omdömesgilla beslut.

Din belysning av "modelforskning" och bibliometri håller jag helt med om! Den fria forskningen är dessvärre en myt och de enda som kan tänka fritt är vi seniorer. Strömstad akademi erbjuder möjligheter att göra det tillsammans och stimulera och berika varandras intellekt. Vi har i dagens samhälle oanade möjligheter att sprida vår information men varför är det då så svårt att få ut information om Strömstad akademi?

Du skriver: " Att notera är även att allt fler forskare använder färdiga tillgängliga dataprogram, t.ex. algoritmer för statistisk dataanalys, ofta utan att fullt förstå de program och den underliggande matematik de använder och därmed vad analysen faktiskt betyder, vilket torde utgöra en källa för systematiska fel." Jag kan inte annat än hålla med (<http://tvartankt.se/Texter/lognostat.pdf>).

Om din nuvarande forskning tycker jag att den är jätteintressant. Ett svart hål skickar inte ut någon information alls och hur kan man då utforska dess inre struktur? Jag kan inte tänka mig ett mer utmanande område! Då behöver du fantastiska teorier och du ska få en här. Då jag jobbade i Växjö rekryterade vi en professor i matematik, Andrei Khrennikov, som enligt en av medlemmarna i rekryteringsgruppen: "...spelade i en helt annan division än vi andra". Han var otroligt produktiv och dessutom provokativ. Jag fick en dag ett paper där han funderade över begreppet "entropi". Enkelt uttryckt är det ett mått på oordningen i ett visst objekt. Om man nu tänker sig en forskningsartikel om 5000 tecken och jämför den med en slumpvis sammanställning av 5000 tecken så har den senare större entropi än den förra. Att upprätthålla ordning kräver energi, så den första artikeln har mer energi än den andra. Då energi och massa är ekvivalenta ($E=mc^2$) borde den första artikeln väga något lite mer än den andra. Kanske har jag missuppfattat det hela, men jag tycker tanken är fascinerande. Kanske låg det trots allt i det när skolvaktmästaren av en journalist fick frågan om vad gjorde med gamla studentuppsatser. De skulle ju bevaras i 10 år. "Jo", sa vaktmästaren, "Vi sorterar dem först i tidsordning, sedan i alfabetisk ordning. Så bär vi ut dem på skolgården och eldar upp

dem under högtidliga former!" "Men", sa journalisten, "varför sorterar ni dem först?" "Jo, för då brinner de mycket bättre" blev svaret. De var ju faktiskt ordnade och hade lägre entropi. Ett svart hål skickar då och då ut en foton, tror det är det som kallas Hawkingstrålning, och förlorar därmed lite grand energi. Efter några 10^{24} år är det tomt. Om man nu tänker så här: Strålning => energi => minskad entropi => information i form av ökad ordning, så skulle du efter några 10^{24} år kunna veta vad som hände innan hålet blev svart. OBS: Siffran 24 är inte empiriskt belagd! ☺

Fråga 1

Du säger att Principia blev ett generellt mönster för många skrifter. Samma mönster finns ju hos Euklides Elementa, det säger du själv. Varför tror du att Newton fick företräde framför Euklides? Den senare användes ju i undervisningen i geometri, faktiskt ända fram i vår tid och borde vara välkänd för alla vid den tiden!

Fråga 2

Men är alla naturvetare alltid överens? Jag har under min nästa 50-åriga tid vid svenska universitet och högskolor noterat att det är mycket mer bråk inom samhällsvetenskapliga avdelningar/fakulteter än inom naturvetenskap/teknik. Hur tror du det kan komma sig?

Fråga 3

Din metod: Experimentell metodologisk reduktionism fungerade utmärkt på Galileos tid. Efterhand som vetenskapen gjort fler och fler upptäckter har komplexiteten tilltagit. Kan man verkligen prata om reduktionism idag? Var fanns reduktionen när man upptäckte Higgspartikeln t.ex? Jag vill minnas att det var först i tredje ledet som man kunde göra pålitliga observationer.

Fråga 4

Ditt resonemang om noggrannhet och hur den kan leda till väldigt olika teorier, som t.ex. Newtons gravitationsteori och Einsteins allmänna relativitetsteori är intressanta. Ökad noggrannhet leder till studium av alltmer extrema förhållanden, t. ex. extremt hög hastighet eller extremt små partiklar. Hur långt kan vi gå i dessa extremer? Kan det finnas någon teori som omfattar Einsteins relativitetsteori? Eller består kvarkarna av några andra, ännu mindre partiklar?

Fråga 5

Det finns ett fenomen som jag är mycket intresserad av och det är feed-back-loopar, både förstärkande och förminsande. En skenande förstärkningsloop ger ju en exponentiell förstärkning och systemet kommer förr eller senare att gå över i ett annat stadium, t.ex. gå sönder. Inom klimatforskningen ser vi många exempel på loopar som bidrar till högre temperatur på jorden. Den ökar nu ännu mer än vad modellerna säger. Kan det bero på att dessa modeller bygger på metodologisk reduktionism och missar looparnas exponentiella tillväxt?

Referenser

Beall, J. (2012) 'Predatory publishers are corrupting open access', *Nature News*, 489(7415), p. 179.

Berger, P.L., Luckmann, T. and Olsson, S. (1979) *Kunskapssociologi : hur individen uppfattar och formar sin sociala verklighet*. Stockholm: Wahlström & Widstrand (Alma-serien, 101).

Bong, K.-W. et al. (2020) 'A strong no-go theorem on the Wigner's friend paradox', *Nature Physics*, 16(12), pp. 1199–1205. doi:10.1038/s41567-020-0990-x.

Fleck, L. (1935) *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. B. Schwabe.

Flensburg, P. (2019) *Den stora tankestriden inom informatik en idéhistorisk analys*. Strömstad: Strömstad akademi (Acta Academia Strömstadiensis, 47). Available at: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hv:diva-14674> (Accessed: 1 February 2021).

Haugaard Nielsen, R. (2021) *Fysikerna avskaffar objektiv verklighet*, *illvet.se*. Available at: <https://illvet.se/fysik/fenomen-inom-fysiken/fysikerna-avskaffar-objektiv-verklighet> (Accessed: 14 March 2022).

Ioannidis, J.P. (2005) 'Why most published research findings are false', *PLoS medicine*, 2(8), p. e124.

Lakatos, I. (1976) 'Falsification and the methodology of scientific research programmes', in *Can theories be refuted?* Springer, pp. 205–259.

Liliequist, B. (2003) *Ludwik Flecks jämförande kunskapsteori*. Umeå: Department of Philosophy and Linguistics, UMEÅ UNIVERSITY.

B. Claes Ugglas (CU) svar och svarscommentarer till Per Flensburg (PF)

PF Fråga 1: Du säger att Principia blev ett generellt mönster för många skrifter. Samma mönster finns ju hos Euklides Elementa, det säger du själv. Varför tror du att Newton fick företräde framför Euklides? Den senare användes ju i undervisningen i geometri, faktiskt ända fram i vår tid och borde vara välkänd för alla vid den tiden!

CU Svar på PF fråga 1: Eftersom Jens Allwood ställde samma fråga (hans fråga 4) hänvisar jag till mitt tidigare svar.

PF Fråga 2: Men är alla naturvetare alltid överens? Jag har under min nästa 50-åriga tid vid svenska universitet och högskolor noterat att det är mycket mer bråk inom samhällsvetenskapliga avdelningar/fakulteter än inom naturvetenskap/teknik. Hur tror du det kan komma sig?

CU Svar på PF fråga 2: Exakt detta är utgångspunkten för Kuhn! Inom naturvetenskap finns det påtaglig konsensus om många värderingar, t.ex. mätnoggrannhet och resultat, men naturligtvis finns det även heta debatter när det gäller forskningsfronter där förståelse inte har etablerats. Utan tvivel bottnar skillnaderna mellan samhällsvetenskaplig och naturvetenskaplig diskurs om studieområdenas inneboende karaktär, något jag försökt förmedla med min text – vad man sysslar med spelar en avgörande roll för både diskurs och resultat.

Låt mig här kommentera några relationer och skillnader mellan Kuhn, Fleck och Foucault. När det gäller Kuhns idéer så bör man komma ihåg att han var en teoretisk fysiker som formades av den moderna fysikens genombrott och att han endast diskuterade vad som gällde före det andra världskriget, d.v.s., innan fysikens enorma expansion efter det andra världskriget p.g.a. Manhattanprojektet och det kalla kriget, samt omställningen till högre massutbildningar. Detta innebär t.ex. att när Kuhn pratar om vetenskapssamfund så har han typiskt ett par dussin specifika individer i åtanke; när det gäller paradig i bred mening, den disciplinära matrisen, så är de olika elementen som ingår i den påtagligt konkreta sett ifrån ett fysikaliskt vetenskapligt perspektiv och paradig i snäv mening, mönsterexempel, är än mer specifikt.

Detta står i bjärt kontrast gentemot Ludwig Fleck som hade ambitionen att skapa en teori för hela tänkandet. Flecks filosofiska arbeten från 1930-talet präglades av hans dåvarande verksamhet inom medicin, som utgör en mycket mer komplicerad disciplin än fysik, inte minst när det gäller sociala interaktioner som inte bara rör sig om forskares ömsesidiga påverkan utan även involverar patienters kliniska omedelbara behov. Som en följd av detta är hans filosofi mycket bredare och luddigare, men ändå i vissa aspekter mer långtgående beskrivande, än Kuhns filosofi. Exempelvis täcker hans tankekollektiv (motsvarigheten till Kuhns vetenskapssamfund) alltifrån två individers tillfälliga diskussion till stora, långlivade, institutioner, t.ex. religiösa samfund. Även begreppet tankestil, som är en produkt av flera tankekollektiv, är ett mycket bredare begrepp än Kuhns paradig; exempelvis tar Fleck med känslöstämningars betydelse, något som inte finns med i Kuhns arbeten. Det är därför inte så märkligt att fler kan identifiera sig med Flecks idéer om tankekollektiv och tankestilar än Kuhns mycket snävare paradigmbegrepp, som dock ofta snarast tolkas i något som påminner om Flecks tankekollektiv och tankestilar. En annan följd av Flecks bredare begrepp är att han ser vetenskaplig utveckling som mycket mer kontinuerlig (och komplex) än Kuhns beskrivning i form av paradigmskiften och vetenskapliga revolutioner.

Skillnaderna mellan Kuhn och Michel Foucault är ännu större än mellan Kuhn och Fleck. Makt, speciellt normaliserande makt, d.v.s. kontingenta sociala beteendemönster som vi tar för givna (som ibland gynnar makteliter) som Foucault hävdar genomsyrar varje samhälle, är centralt för Foucault, men något Kuhn aldrig diskuterar. Enligt Foucault så är vetenskap och makt nära knutna till varandra – vetenskaplig kunskap är t.ex. en viktig del av de sociala strukturer som omger oss och denna kunskap utgör en viktig standard för normalisering. Både Kuhn och Foucault ser vetenskaplig historia som påtagligt mer diskontinuerlig än Fleck, men Foucaults idé om *epesteme* är mycket bredare än Kuhns paradig.

Enligt Foucault är ett episteme en uppsättning regler/upsättning antaganden vi inte är medvetna om. Dessa styr språket och dess logik, vårt tänkande och våra värderingar, och därmed vad vi uppfattar och intresserar oss för, etc.; detta möjliggör och skapar i sin tur vår kollektiva känsla för ordning och meningsfullhet, något som även inkluderar all vetenskaplig diskurs under en tidsperiod i ett visst samhälle. Hos Foucault försvinner individen ännu mer än hos Kuhn, vetenskap är enligt Foucault styrt av storskaliga processer inom vetenskap och det omgivande samhället där individer inte ens är (fullt) medvetna om varifrån våra värderingar kommer och varför vi tänker, fattar beslut och agerar som vi gör (i kontrast gentemot Kuhn som hävdar att de fysikaliska vetenskaperna primärt är internt medvetet drivna). Detta leder till en rad skillnader mellan ett paradig och ett episteme:

Ett paradig består av ingredienser som forskare är medvetna om – ett episteme bygger på regler de inte är medvetna om.

Ett paradigm är specifikt för en fysikalisk snäv disciplin – ett episteme involverar all vetenskap.

Ett paradigm har en kortare levnadstid än ett episteme; enligt Foucault har det bara funnits tre episteme under de senaste fem århundradena inom västerländsk kultur (renässansen, det klassiska epistemet, det moderna epistemet) där skiftena skedde under 1600-talet (den vetenskapliga revolutionen) och 1800-talet (den industriella revolutionen), avslöjade av skiften av regler och regelbundenheter i den vetenskapligt språkliga diskursen (till skillnad från Kuhn, som fokuserar sig på snäva fysikaliska företeelser, så betonar Foucault ett brett språkligt perspektiv).

PF Fråga 3: Din metod: Experimentell metodologisk reduktionism fungerade utmärkt på Galileos tid. Efterhand som vetenskapen gjort fler och fler upptäckter har komplexiteten tilltagit. Kan man verkligen prata om reduktionism idag? Var fanns reduktionen när man upptäckte Higgspartikeln t.ex? Jag vill minnas att det var först i tredje ledet som man kunde göra pålitliga observationer.

CU Svar på PF fråga 3: Människans ändlighet och behov leder till att all vetenskaplig verksamhet innehåller såväl reduktionistiska som holistiska element, även om dessa varierar beroende på studieobjektets karaktär. Galileos metodologiska reduktionism är en väldigt speciell form av reduktionism som fångar och utnyttjar en del av naturens inneboende egenskaper, t.ex. att det finns gigantiska stabila skillnader inom vissa likheter som massa, storlek, etc. Ja, detta utnyttjas mer eller mindre explicit och implicit överallt inom naturvetenskapen, inte minst i högenergifysiken som är baserad på bl.a. vakuumteknologi för att i möjligaste mån minska antalet relevanta fysikaliska faktorer, vilket t.ex. var helt avgörande för upptäckten av Higgspartikeln. Detta innebär dock inte att saker och ting automatiskt blir enkla, utan bara enklare än vad de annars hade varit. Över tid har man angripit allt mer komplexa fysikaliska problem. Detta har krävt att man kompletterat Galileos metodologiska reduktionism med en mängd olika redskap och metoder, t.ex., olika teknologier, såväl fysiska som kognitiva i form av t.ex. matematik, statistisk dataanalys av gigantiska datamängder (t.ex. när det gäller Higgspartikeln), etc..

PF Fråga 4: Ditt resonemang om noggrannhet och hur den kan leda till väldigt olika teorier, som t.ex. Newtons gravitationsteori och Einsteins allmänna relativitetsteori är intressanta. Ökad noggrannhet leder till studium av alltmer extrema förhållanden, t. ex. extremt hög hastighet eller extremt små partiklar. Hur långt kan vi gå i dessa extremer? Kan det finnas någon teori som omfattar Einsteins relativitetsteori? Eller består kvarkarna av några andra, ännu mindre partiklar?

CU Svar på PF fråga 4: I stort sett alla (teoretiska) fysiker förväntar sig att det finns än bättre teorier (i meningen empirisk noggrann och bred korrespondens med den fysiska verkligheten). Strängteori är ett exempel på ett försök att gå bortom Einsteins relativitetsteorier och till mer fundamentala och mindre beståndsdelar än kvarkar. Än så länge finns dock inget empiriskt stöd för denna teori (som snarast är ett kollage av matematiska strukturer) som därmed endast är en spekulaton.

PF Fråga 5: Det finns ett fenomen som jag är mycket intresserad av och det är feed-back loopar, både förstärkande och förminsande. En skenande förstärkningsloop ger ju en

exponentiell förstärkning och systemet kommer förr eller senare att gå över i ett annat stadium, t.ex. gå sönder. Inom klimatforskningen ser vi många exempel på loopar som bidrar till högre temperatur på jorden. Den ökar nu ännu mer än vad modellerna säger. Kan det bero på att dessa modeller bygger på metodologisk reduktionism och missar looparnas exponentiella tillväxt?

CU Svar på PF fråga 5: Nej. Däremot är det oerhört svårt att ha fullständig kontroll på alla faktorer som inverkar på klimatet och de ingredienser som finns i de många feedbackloopar som klimatmodeller involverar, men man blir allt bättre på detta. Det är dock omöjligt att beakta oväntade händelser som t.ex. gigantiska vulkanutbrott och det är synnerligen svårt att ta hänsyn till vissa tröskeleffekter, som t.ex. när, i vilken grad och geografisk utsträckning, etc., klimatförändringar leder till metanutsläpp. Det är därmed väldigt svårt att göra helt säkra förutsägelser, men retroaktivt fungerar klimatmodeller numera väldigt bra, vilket är av betydelse för allt fler områden som t.ex. biologi och historia. Slutligen, bara för att oväntade saker kan ske, innebär inte att nuvarande klimatmodeller inte under många omständigheter ger rättvisande besked som bör ligga till grund för politiska beslut; jag skulle t.o.m. hävda att de ger ett bättre beslutsunderlag än de som ligger till grund för nästan alla politiska beslut...

Anders Gustavsson

A. Kommentarer och frågor till Claes Ugglå

1. Borde begreppen paradigmskifte och paradigmskifte fortfarande förbehållas naturvetenskapen som det ursprungligen blev använt av Kuhn? Inom humanvetenskaperna förekom åtminstone tidigare diskussioner om paradigmskiftet. Inom svensk etnologi förekom en häftig diskussion om detta omkring 1980.
2. Är experiment något som borde förena alla vetenskaper? Själv bedriver jag som humanist/etnolog materialinsamling genom fältarbeten bestående av intervjuer och observationer. Forskaren har förberett sig genom frågeställningar och frågelistor men vet inget om vilka svar man får. Är det experiment i naturvetenskaplig betydelse?
3. Vad betyder undervisning i vetenskapens historia, som du ägnat mycket tid åt, för vår tids fysiska forskning? Inom tidigare kulturvetenskap, som jag representerar, var ämneshistoria ett viktigt inslag i utbildningen. Genom det s. k. paradigmskifte som skedde på 1980-talet försvann ämneshistorien i stort sett och varje forskare skulle markera sig genom att börja från noll. Nu börjar intresset för ämneshistoria komma tillbaka. Jag har alldeles nyligen recenserat en antologi om nordisk etnologi vid Åbo Akademi 1921-2021.
4. Är forskningsresultaten kumulativa i betydelsen av att forskaren aldrig börjar från noll utan måste vara väl insatt i tidigare forskning för att kunna gå vidare, dvs ha en rejäl grund att stå på?
5. Varför är det missvisande att tala om naturlagar? Kan de förändras över tid eller är de helt statiska?
6. Vilken roll spelar tro inom naturvetenskapen? Måste man först tro för att sedan försöka komma vidare till kunskap? Finns det någon kunskap som inte kan ifrågasättas? Detta tycks vara en uppfattning när media skriver: Forskningen säger. Denna uppfattning fick sig av allt att döma en rejäl törn under covidpandemin. De

medicinska forskarna var inte alls eniga, även om regering och media tycks ha uppfattat det som att statsepidemiolog Anders Tegnell alltid hade rätt. Han ansågs som en vetenskaplig auktoritet. Vi måste enligt en bred uppfattning i samhället lita på vetenskapliga auktoriteter. Det är något som strider mot min egen vetenskapliga erfarenhet. Om inte kunskap skall kunna ifrågasättas, varför skall vi då forska vidare? Hur är det med Big Bang? Är det säkert vetande, sannolikhet eller en trosföreställning bland forskare? Hur eniga är forskarna? Kan de bli eniga?

7. Vilken betydelse har forskarrollen inom naturvetenskapen? Finns här ett subjektivt drag eller är de vetenskapliga resultaten oberoende av vilken forskare som kommit fram till dem? Dvs är forskningsresultaten objektiva och forskaren en neutral faktor som inte personligen inverkar på tolkningsprocessen? Inom etnologi och antropologi talar man i stället om autoetnografi. Tanken med autoetnografi är att forskarens personliga bakgrund spelar roll både vid ämnesval och för förståelsen av insamlat material.
8. Hur prövar nya forskare tidigare naturvetenskapliga forskningsresultat? Är det genom nya experiment? Är falsifiering något som man medvetet strävar efter?
9. Varför är det viktigt för naturvetare att samarbeta med matematiker?
10. Varför kan hermeneutik vara viktigt att ta till sig för naturvetare?

B. Claes Uggle (CU) svar och svarskommentarer till Anders Gustavsson (AG)

AG Fråga 1: Borde begreppen paradigm och paradigmskifte fortfarande förbehållas naturvetenskapen som det ursprungligen blev använt av Kuhn? Inom humanvetenskaperna förekom åtminstone tidigare diskussioner om paradigm och paradigmskiften. Inom svensk etnologi förekom en häftig diskussion om detta omkring 1980.

CU Svar på AG fråga 1: Om man använder orden paradigm och paradigmskiften inom ett område så bör man försöka konkretisera och definiera dem på ett sätt som passar området. Jag noterar dock att Ludwik Flecks bredare begrepp tankekollektiv och tankestilar och deras förändringar utgör bättre beskrivningar av vad som pågår inom kulturvetenskaperna än paradigm och paradigmskiften i Kuhns tolkning (som i sin tur endast delvis beskriver de fysikaliska vetenskaperna, speciellt före det andra världskriget).

AG Fråga 2: Är experiment något som borde förena alla vetenskaper? Själv bedriver jag som humanist/etnolog materialinsamling genom fältarbeten bestående av intervjuer och observationer. Forskaren har förberett sig genom frågeställningar och frågelistor men vet inget om vilka svar man får. Är det experiment i naturvetenskaplig betydelse?

CU Svar på AG fråga 2: Nej, detta är inte experiment i naturvetenskaplig/fysikalisk mening eftersom fysikaliska experiment involverar mycket färre potentiellt inverkanse faktorer som man dessutom har mycket högre kontroll över än människor, där varje människa dessutom är unik. Det betyder inte att materialinsamling i form av intervjuer och observationer inte utgör en värdefull informationskälla för området. Enligt min mening bör man söka efter så många kompletterande metoder som möjligt inom alla vetenskaper för att få så hållbar kunskap som möjligt. Vad mer är, för att dessa metoder ska vara tillräckligt konkreta så bör de dessutom

anpassas till studieobjektets inneboende karaktär, även om det kan finnas vissa gemensamma aspekter som spänner över många områden.

AG Fråga 3: Vad betyder undervisning i vetenskapens historia, som du ägnat mycket tid åt, för vår tids fysiska forskning? Inom tidigare kulturvetenskap, som jag representerar, var ämneshistoria ett viktigt inslag i utbildningen. Genom det s. k. paradigmskifte som skedde på 1980-talet försvann ämneshistorien i stort sett och varje forskare skulle markera sig genom att börja från noll. Nu börjar intresset för ämneshistoria komma tillbaka. Jag har alldeles nyligen recenserat en antologi om nordisk etnologi vid Åbo Akademi 1921-2021.

CU Svar på AG fråga 3: Undervisning i vetenskapshistoria inom naturvetenskap i Sverige är en närmast obefintlig företeelse. Det är endast en del naturvetare som på egen hand intresserar sig för detta.

AG Fråga 4: Är forskningsresultaten kumulativa i betydelsen av att forskaren aldrig börjar från noll utan måste vara väl insatt i tidigare forskning för att kunna gå vidare, dvs ha en rejäl grund att stå på?

CU Svar på AG fråga 4: För modern naturvetenskap, ja, och i synnerhet för de fysikaliska vetenskaperna. När det gäller de moderna fysikaliska vetenskaperna så är kumulativ progression speciellt tydlig då det gäller kvantitativa samband i form av teoretiskt matematiskt modellersinnehåll (matematik är argumenterbart den mest tydligt kumulativa och progressiva disciplinen av alla), men det gäller även experimentell metodik då även teknologisk utveckling är påtagligt kumulativ, liksom allt mer avancerad dataanalys.

AG Fråga 5: Varför är det missvisande att tala om naturlagar? Kan de förändras över tid eller är de helt statiska?

CU Svar på AG fråga 5: Det kan leda till förväxling med mänskliga lagar som utgörs av kontingenta mänskliga konventioner; det vi kallar för naturlagar reflekterar istället något som inte har med människan att göra, underliggande stabila (eller i alla fall väldigt stabila) och därmed oföränderliga regelbundenheter, universella samband, som avspeglar en underliggande ordning hos naturen, som t.ex. möjliggjort att något så komplext som en människa överhuvudtaget kan existera (ja, bara att vi finns säger en hel del om naturens karaktär). I vilken mån dessa underliggande relationer kan förändras över tid är en öppen fråga som empiriskt flitigt undersöks, men klart är att förändringar under den tid det observerbara universum har existerat strax efter det vi kallar för Big Bang har varit mycket små, om de ens har existerat alls.

AG Fråga 6: Vilken roll spelar tro inom naturvetenskapen? Måste man först tro för att sedan försöka komma vidare till kunskap? Finns det någon kunskap som inte kan ifrågasättas? Detta tycks vara en uppfattning när media skriver: Forskningen säger. Denna uppfattning fick sig av allt att döma en rejäl törn under covidpandemin. De medicinska forskarna var inte alls eniga, även om regering och media tycks ha uppfattat det som att statsepidemiolog Anders Tegnell alltid hade rätt. Han ansågs som en vetenskaplig auktoritet. Vi måste enligt en bred uppfattning i samhället lita på vetenskapliga auktoriteter. Det är något som strider mot min

egen vetenskapliga erfarenhet. Om inte kunskap skall kunna ifrågasättas, varför skall vi då forska vidare? Hur är det med Big Bang? Är det säkert vetande, sannolikhet eller en trosföreställning bland forskare? Hur eniga är forskarna? Kan de bli eniga?

CU Svar på AG fråga 6: Det går inte att säga att någonting empiriskt är helt säkert, det finns t.ex. inget a priori skäl varför naturens egenskaper inte plötsligt skulle ändras, med det finns heller inget skäl varför de skulle göra det. Vi står därför inför ett val: ohejdad skepticism, solipsism och kunskapsrelativism, eller en tro på att det är möjligt att skapa hållbar kunskap. Jag hävdar att detta t.o.m. är ett moraliskt val, speciellt inom kulturvetenskaperna – ägde t.ex. förintelsen rum eller inte? Vad mer är, en överdriven skepticism och ett ifrågasättande av allt på en gång är en mycket dålig idé som inte leder någon vart; man bör i stället vara strategiskt kritisk och hitta de bitar som i en given kontext är fruktbara att kritisera.

Ja, precis som i alla vetenskaper så finns tro inom naturvetenskaperna, men man kan ha olika goda skäl för denna tro. I ett större sammanhang kan det noteras att fysiker exempelvis tror (har som arbetshypotes) att den fysiska världen är förståbar och beskrivbar av människan. Detta har förvisso visat sig vara sant i förbluffande grad, men hur fullständigt återstår att se.

När det gäller medicin, notera att denna endast delvis kan beskrivas som naturvetenskaplig (det finns t.ex. även en lång teknisk tradition och olika former av yrkesmässiga kompetenser inom den kliniska sidan, t.ex. inom kirurgin). När det gäller de fysikaliska vetenskaperna så finns det en hierarki av mer eller mindre stabil förståelse, illustrerat av t.ex. Big Bang teorin. Att universum förändras och har genomgått en tidig fas med hög täthet och temperatur där nästan allt väte och helium i universum bildades lär inte ändra på sig eftersom evidensen för detta är närmast överväldigande. Däremot är vad som sker i det observerbara universums absolut tidigaste skede ett föremål för spekulation. Det finns även spänningar vid forskningsfronten när det gäller universums expansion och storskaliga struktur som hett debatteras och där vi t.o.m. kan förmoda att förändringar av Big Bang teorins "detaljer" kommer att ske, när ny empirisk evidens framkommer.

Slutligen, när det gäller Tegnell problematiken så illustrerar det snarast att politiker respekterar myndigheter mer än vetenskap – de borde även ha använt sig av den samlade, betydligt mer vetenskapligt kompetenta, akademiska forskarkåren. Vad mer är, det tycks finnas en utbredd oförståelse för forskningsfrontens osäkerheter och de stabiliseringsmekanismer som ger hållbar kunskap.

AG Fråga 7: Vilken betydelse har forskarrollen inom naturvetenskapen? Finns här ett subjektivt drag eller är de vetenskapliga resultaten oberoende av vilken forskare som kommit fram till dem? Dvs är forskningsresultaten objektiva och forskaren en neutral faktor som inte personligen inverkar på tolkningsprocessen? Inom etnologi och antropologi talar man i stället om autoetnografi. Tanken med autoetnografi är att forskarens personliga bakgrund spelar roll både vid ämnesval och för förståelsen av insamlat material.

CU Svar på AG fråga 7: I vilken grad den enskilda människan spelar roll för moderna kvantitativa fysikaliska teorier beror på teorin och hur lång tid det har gått sedan den skapades. Exempelvis låg speciell relativitetsteori i tiden då Einstein lade fram denna teori 1905; antagligen hade vi haft allt väsentligt teoretiskt innehåll inom 10 år, om man betraktar andra samtida forskares idéer. När det gäller Einsteins allmänna relativitetsteori från 1915 så var denna teori mycket mera originell. Inte desto mindre, baserat på andra fysikaliska teoriers

framväxt så skulle vi nog ha haft den inom 50 år. Inte desto mindre ser vi än idag spår av Einstein i form av värderingar och associerade tolkningar hos dessa och andra teorier, så individen har inte helt suddats ut.

Skulle en neutron ha haft samma egenskaper om en kvinna i stället för en man hade utformat ett experiment som lett till dess upptäckt. Ja. Men det var inte en kvinna som gjorde detta först p.g.a. den kultur som då rådde. Vad som utforskas och vem som gör utforskningen beror definitivt på kultur.

Jag har ovan begränsat mig till fysik och inte hela naturvetenskapen. Om vi tittar på mer komplexa områden än fysik, som t.ex. delar av biologi och medicin, så syns kultur och individer tydligare än för de extremt avgränsade kvantitativa stabila samband som utgör grunden för modern fysikalisk teoribildning.

AG Fråga 8: Hur prövar nya forskare tidigare naturvetenskapliga forskningsresultat? Är det genom nya experiment? Är falsifiering något som man medvetet strävar efter?

CU Svar på AG fråga 8: Nya experiment och observationer (t.ex. inom astronomi) och hur dessa förhåller sig till tidigare rön är det som ytterst driver fysikalisk forskning. Det är synnerligen sällan man explicit söker falsifiering, men man undersöker ibland "noll-resultat", d.v.s. om ett förväntat resultat faktiskt sker, och man testar även fysikaliska teoriers empiriska kvantitativa noggrannhetsgränser, vilket kan ses som en form av falsifieringstestande.

AG Fråga 9: Varför är det viktigt för naturvetare att samarbeta med matematiker?

CU Svar på AG fråga 9: Därför att matematik är fysikens "språk" där dessutom en allt större andel av naturvetenskaperna med fördel har visat sig beskrivas med matematik. Anledningen är att matematik (givna axiomatiska system) står för oföränderliga samband/strukturer, d.v.s., precis det som vi empiriskt kallar för naturlagar. Framgången hos matematiska modeller/fysikaliska teorier beror därmed på i vilken mån den fysiska världen konsistent korresponderar mot och kan beskrivas med underliggande oföränderliga (eller i alla fall påtagligt stabila) samband/regelbundenheter/strukturer.

AG Fråga 10: Varför kan hermeneutik vara viktigt att ta till sig för naturvetare?

CU Svar på AG fråga 10: (i) Hermeneutik i vid mening i form av förförståelse och en vandring mellan delar och helhet utgör en feedbackloop som är användbar inom vilken vetenskap som helst, enligt min mening. (ii) Hermeneutik i form av empatisk mänsklig tolkning däremot lyser i stort sett med sin frånvaro inom naturvetenskapen. Enligt min mening är detta delvis ett misstag. Som Michael Polanyi (1891-1976; ursprungligen kemist) har påpekat så krävs det mer än att bara läsa böcker och artiklar för att frambringa en (naturvetenskaplig) forskare – att bli en forskare, vilket är en yrkesroll, kräver "tyst kunskap", vilket t.ex. inkluderar insikter och värderingar som styr frågeställningar och vad man sysslar med. Polanyi betonade relationen handledare/mentor – lärling, vilket var det som var mest relevant under hans tid. Detta gäller delvis fortfarande, men idag finns det även helt andra möjligheter att förvärva tyst kunskap. Exempelvis innebär föreläsningar och intervjuer av ledande forskare på Youtube, där de avslöjar mer om sina värderingar och sätt att tänka än vad som syns i böcker och vetenskapliga artiklar, nya möjligheter att tränga in i fler människors subjektiva liv och förstå varför de gör

vad de gör och själv försöka ta till sig vad som är relevant för ens egen verksamhet. Det är förvånande att man inte i högre grad inom forskarvärlden har strukturerat detta mer än vad man gjort, för närvarande hittar man bara lite tips om länkar etc. på olika hemsidor.

KG Hammarlund

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Claes, först ett tack för en välskriven och underhållande text där läsoplevelsen gav såväl igenkännande som nya insikter och därtill en och annan överraskning. Till det överraskande hörde dina ord om att "Kuhns filosofi har inte haft något som helst inflytande på naturvetenskaperna, inte på metoder och inte på självbild". Betyder det att naturvetare inte ser sitt eget forskningsfält som ett som genomgått förändringarna normalvetenskap → anomali → revolution → normalvetenskap? Funderar de kanske aldrig över den egna vetenskapens historia? Eller handlar det om att naturvetare sällan reflekterar över paradigmen, de gemensamma mönster(bildande)exemplens, roll i deras egen forskning?

Till igenkännandet hörde det du i slutet av din text skriver:

"I en allt mer modebaserad forskning så noterar jag en påtaglig begreppsnaivitet och okunskap hos många naturvetenskapliga experimentalister och teoretiker, liksom att många i allt för hög grad är styrda av önsketänkande heuristik med tveksamt naturvetenskapligt innehåll".

Att handleda uppsatser innebär ofta att man konfronteras med både begreppsnaivitet och okunskap – eller kanske snarare den sortens halvsmälta kunskap som fick Alexander Pope att formulera strofen "A little learning is a dang'rous thing". Jag vill gärna se detta som i grunden fruktbara brister – studenten har intuitivt uppfattat något väsentligt och värdefullt och söker tillämpa det efter bästa (men ännu otillräcklig) förmåga. Handledningsprocessen kan i bästa fall leda studenten fram till en mer moget och bättre underbyggd tillämpning av en teori eller en teorigrundad metod.

Jag har också, bland annat som sakkunnig i samband med tjänstetillsättningar, kunnat se hur de sökandes återropade arbeten stundtals präglas av begreppsnaivitet, önsketänkande och tvivelaktig validitet. Här tror jag det ligger mycket i vad du skriver om modebaserad forskning där yngre forskare ser det som nödvändigt att anpassa sig för att nå framgång i jakten på publiceringar och citat. Är inte detta också ett gott exempel på vad du beskriver som en vetenskap utsatt för en extrem social och kulturella acceleration? Där en av de sociala konstruktioner/berättelser/fiktioner vi som forskare har att förhålla oss till är berättelsen (fiktionen?) om *kvalitet*?

Din text får mig också att återvända till Rangnar Nilssons avhandling i idéhistoria, *God vetenskap*. Jag vet inte om du läst den, om inte så föreställer jag mig att den kan roa dig. Nilsson utgår från sakkunnigutlåtanden vid professorstillsättningar i tre ämnen – statsvetenskap, litteraturvetenskap och fysik – och spårar såväl kontinuitet som förändring, såväl likheter som skillnader, i de sakkunnigas argumentation. Fysikämnet uppvisar, skriver Nilsson, några särdrag jämfört med de två andra: en långt driven tillväxt och specialisering, ämnets politiska värden knutna till samhällsbyggnadspotential och prestige, och slutligen en uttalad resultatorientering – de sakkunniga säger mer om vad forskarna kommit fram till än om hur det gått till (Nilsson 2009 s 323ff).

Nilsson skriver vidare att de sakkunnigas resonemang ofta ger utrymme för

...en instrumentell syn på forskningens resultat och på kunskap, där de hypoteser, slutsatser eller antaganden som kan sättas i meningsfull eller funktionell samverkan med etablerade synsätt eller som visar sig fungera i existerande praktiker betraktas som riktiga. Deras koppling till en extern, oberoende verklighet behöver då varken vara självklar eller ens beaktas egentligen (Nilsson 2009 s 326).

Som utdrag ur en helhet, där Nilssons framställning är betydligt mer mångfacetterad, blir detta en hårdragen karakteristik. Men kanske är den ändå en pusselbit(!) som kan bidra till en förklaring till att dekonstruktion och hermeneutik så sällan ges utrymme inom fysikforskning?

Du skriver avslutningsvis om värdet i:

att bryta ner dogmer (...) för att sedan använda identifierade reducerade centrala bitar till att återuppbygga någonting mer konkret, med, förhoppningsvis, mindre ogrundat missledande metafysiskt innehåll och med en tydligare empirisk kontaktyta som innebär möjligheter till potentiell falsifikation.

Ett sådant förhållningssätt är (tror jag) relevant och önskvärt inte bara inom fysik eller naturvetenskap utan inom alla akademiska forskningsfält. Det måste grundläggas tidigt, redan inom grundutbildningen, fördjupas under forskarutbildningen och vara en ständigt närvarande del av det vetenskapliga samtalet forskare emellan.

Vänligen KG

Referenser:

Nilsson, Rangnar: God vetenskap: hur forskares vetenskapsuppfattningar uttryckta i sakkunnigutlåtanden förändras i tre skilda discipliner. Diss. Göteborg: Göteborgs universitet 2009.

Pope, Alexander: An Essay on Criticism. London: Henry Lintot 1749.

B. Claes Uggle (CU) Svar och svarscommentarer till KG Hammarlund (KGH)

KGH Fråga 1: Till det överraskande hörde dina ord om att "Kuhns filosofi har inte haft något som helst inflytande på naturvetenskaperna, inte på metoder och inte på självbild". Betyder det att naturvetare inte ser sitt eget forskningsfält som ett som genomgått förändringarna normalvetenskap → anomali → revolution → normalvetenskap? Funderar de kanske aldrig över den egna vetenskapens historia? Eller handlar det om att naturvetare sällan reflekterar över paradigmen, de gemensamma mönster(bildande)exemplens, roll i deras egen forskning?

CU Svar på KGH fråga 1: De flesta naturvetare känner överhuvudtaget inte till Kuhn, eller är bara vagt medvetna om honom. En del är intresserade av historia men läser då vanligen "hjärtebaserade" historiebaserade beskrivningar, d.v.s. precis vad Kuhn klagat över. Nej, det finns typiskt ingen djupare reflektion kring mönsterbildande exempel – de tas istället mer eller

mindre intuitivt för givna utan någon större eftertanke. Med detta sagt, det finns naturligtvis undantag i form av naturvetare som är mer historiskt och filosofiskt intresserade än vad flertalet tycks vara.

KGH Fråga 2: Till igenkännandet hörde det du i slutet av din text skriver:

”I en allt mer modebaserad forskning så noterar jag en påtaglig begreppsnaivitet och okunskap hos många naturvetenskapliga experimentalister och teoretiker, liksom att många i allt för hög grad är styrda av önsketänkande heuristik med tveksamt naturvetenskapligt innehåll”.

Att handleda uppsatser innebär ofta att man konfronteras med både begreppsnaivitet och okunskap – eller kanske snarare den sortens halvsmälta kunskap som fick Alexander Pope att formulera strofen ”A little learning is a dang’rous thing”. Jag vill gärna se detta som i grunden fruktbara brister – studenten har intuitivt uppfattat något väsentligt och värdefullt och söker tillämpa det efter bästa (men ännu otillräcklig) förmåga.Handledningsprocessen kan i bästa fall leda studenten fram till en mer moget och bättre underbyggd tillämpning av en teori eller en teorigrundad metod.

Jag har också, bland annat som sakkunnig i samband med tjänstetillsättningar, kunnat se hur de sökandes åberopade arbeten stundtals präglas av begreppsnaivitet, önsketänkande och tvivelaktig validitet. Här tror jag det ligger mycket i vad du skriver om modebaserad forskning där yngre forskare ser det som nödvändigt att anpassa sig för att nå framgång i jakten på publiceringar och citat. Är inte detta också ett gott exempel på vad du beskriver som en vetenskap utsatt för en extrem social och kulturella acceleration? Där en av de sociala konstruktioner/berättelser/fiktioner vi som forskare har att förhålla oss till är berättelsen (fiktionen?) om *kvalitet*?

CU Svar på KGH fråga 2: Ja, vetenskap är för närvarande, precis som det mesta i samhället, utsatt för kulturell och social acceleration, vilket är en följd av en explosion av kombinatoriska möjligheter genererade av en kraftig ökning av aktörer, människor och (t.ex. bibliometriska) algoritmer. Förvisso är kvalitet en social konstruktion som dessutom är kontextuellt kopplat till värderingar: I ett naturvetenskapligt sammanhang så kan de vara associerade med en djupare naturvetenskaplig förståelse, i ett annat med att naturvetenskap ger upphov till kulturellt och tidsmässigt betydelsefulla teknologiska tillämpningar.

KGH Fråga 3: Din text får mig också att återvända till Rangnar Nilssons avhandling i idéhistoria, *God vetenskap*. Jag vet inte om du läst den, om inte så föreställer jag mig att den kan roa dig. Nilsson utgår från sakkunnigutlåtanden vid professorstillsättningar i tre ämnen – statsvetenskap, litteraturvetenskap och fysik – och spårar såväl kontinuitet som förändring, såväl likheter som skillnader, i de sakkunnigas argumentation. Fysikämnet uppvisar, skriver Nilsson, några särdrag jämfört med de två andra: en långt driven tillväxt och specialisering, ämnets politiska värden knutna till samhällsbyggnadspotential och prestige, och slutligen en uttalad resultatorientering – de sakkunniga säger mer om vad forskarna kommit fram till än om hur det gått till (Nilsson 2009 s 323ff).

Nilsson skriver vidare att de sakkunnigas resonemang ofta ger utrymme för

...en instrumentell syn på forskningens resultat och på kunskap, där de hypoteser, slutsatser eller antaganden som kan sättas i meningsfull eller funktionell samverkan med etablerade synsätt eller som visar sig fungera i existerande praktiker betraktas som riktiga. Deras koppling till en extern, oberoende verklighet behöver då varken vara självklar eller ens beaktas egentligen (Nilsson 2009 s 326).

CU Svar på KGH fråga 3: P.g.a. den påtagliga kumulativa progressionen i fysikområden har genomgått sedan Galileos och Newtons tid så är fysik väldigt brett och djupt, såväl när det gäller ämnesområden (t.ex. från kvarkar till kosmos; från grävskopors mekanik till mobiltelefoners kvantmekaniskt beskrivna mikroskopiska funktioner) och verksamheter (från olika former av experimentella verksamheter till matematisk modellering/teori och dataanalys). Så ja, fysik karakteriseras av en långt driven tillväxt och specialisering.

En del av denna tillväxt och specialisering rör "fundamentala" ontologiska frågor om hur den fysiska verkligheten är beskaffad, men en ökande andel, pådrivet av olika och allt fler ekonomiska incitament, handlar om tillämpningar som är indirekt eller direkt relevanta för kulturellt i närtid betydelsefulla artefakter (d.v.s. teknologi/samhällsbyggnadspotential och därmed ett närmande till ingenjörsvetenskap). Notera skillnaderna i värderingar mellan "fundamental" och "tillämpad" naturvetenskap, även om gränserna mellan dem ibland är lite luddiga; förenklat kan man säga att i det första fallet ses *teknik som ett redskap för naturvetenskap* och i det andra fallet är det tvärtom, *naturvetenskap är ett redskap för skapande av ny teknik* (något som dessutom uppmuntrar till ett instrumentalistiskt teoretiskt synsätt).

Ulf Persson

A. Kommentarer och frågor till Claes Ugglå

Allmänna kommentarer

Jag läste Kuhns bok på 90-talet, därefter blev jag betydligt mera intresserad av Popper. Kuhn anlägger ett sociologiskt perspektiv på vetenskapen medan Popper är mera intresserad av vad den egentligen sysslar med och anammar en filosofisk-moralisk ståndpunkt som går tillbaka till Platon om sanningssökandet. Kuhn har därmed blivit anammad av post-modernister som ser sanningen som en social konstruktion (man skall i ärlighetens namn även påpeka att många anser Popper som sanningsrelativist på grund av hans falsifieringskriterium, men detta bygger på okunnighet och oförståelse). Men Kuhn har likaledes blivit missförstådd, som du mycket riktigt påpekar. Men i motsats till Popper har inte Kuhn mig veterligen publicerat något utöver hans ikoniska bok och därmed inte lika kraftigt deltagit i debatten.

Det finns en hel del överlappningar mellan Popper och Kuhn, och egentligen inte några direkta motsättningar. Falsifiering ingår även i Kuhns berättelse, men han lyfter inte fram det på samma sätt. Vad jag framför allt tog med mig från Kuhn var svaret på frågan varför filosofin inte har tyckts gjort några framsteg sedan Platon, hans svar var att ingenting har förkastats inom filosofin. Popper är förtjust i att likna den vetenskapliga utvecklingen med Darwins naturliga urval. Om alla livsformer som uppstått skulle bevaras skulle jordklotet inte ha rum att härbärgera dem alla (och vi skulle inte ha kommit över primitiv bakterienivå). Med andra ord genom att förkasta blindspår kan man tränga djupare in i konfigurationsrummet av alla

teorier. (Om man skall gissa en kod, är det betydligt effektivare om man vid varje tillfälle får svar på om siffran är rätt eller inte, än om man måste systematiskt gå igenom alla möjligheter. Om koden består av hundra siffror kommer vi fram till rätt kod efter högst ett tusen försök, annars kan vi behöva gå igenom upp till 10^{100} försök (universum har existerat i 10^{17} sekunder), just därför att vi kan ignorera de flesta potentiella sökvägar.

Frågor

1 Du lyfter fram Kuhns distinktion mellan breda paradigmen och smala paradigmen. Skulle du vilja kommentera detta ytterligare

I många i livets skeden är vi inte så intresserade av vad som är faktiskt sant eller inte, utan vad folk skall tycka. En elev som svarar på en fråga, eller någon som tar en IQ-test, frågar sig snarare vad förväntar sig frågeställaren att jag skall svara än vad som är faktiskt korrekt. (Matematiken skiljer sig därvidlag från de andra skolämnena, vari ligger en stor del av dess charm, enligt somliga av oss). Den breda paradigmen tilltalar de flesta, att bedriva vetenskap är helt enkelt en anpassning till vad andra vetenskapsmän gör. I den snäva paradigmen skiljer sig inte Kuhn så mycket ifrån vad Popper framhäver, men han får det som att framstå att ett paradigmskifte är något av en mode-växling och därmed nedtona kontinuiteten. Visst innebär ett paradigmskifte ett förkastande av föregående trosföreställningar, men detta förkastande är inte något frivolt utan bygger på den förutvarande paradigmen, om än på en något högre meta-nivå. Han har däremot rätt när han betonar att vad de flesta vetenskapsmän gör under sitt liv är ganska 'hum-drum' i jämförelse med paradigmskiften, de flesta har tillskansat sig vissa metoder och söker frågor som kan undersökas med dessa metoder. Och visst om grundvalen för dessa undermineras eller ersätts av betydligt effektivare blir de vilsna, men att se dem som proppar i systemet och att ett nytt paradigms inträde kan endast konsolideras i och med att de dör ut är något missvisande.

2. Anser du att Aristoteles var en klant, som han beskrivs vulgärt (i fransk mening), eller att det föreligger en stor kontinuitet mellan grekisk naturvetenskap och den moderna? Speciellt skulle du bekräfta den allmänna föreställningen att Aristoteles inte var empirisk?}

Det föreligger en populär missuppfattning att de grekiska vetenskapsmännen bara spekulerade medan i och med Galileo de moderna vetenskapsmännen gjorde experiment och fann ut "hur det hela var". Detta är en uppfattning om vetenskapen som framfördes av Francis Bacon och som delas fortfarande av de flesta människor, speciellt politiker. Men som Popper betonar, det finns ingenting som en förutsättningslös observation, naturen instruerar oss inte, vi kan bara ställa frågorna och naturen kan säga ja eller nej. Frågeställaren är oundvikligen subjektiv och agerar utifrån sina egna föreställningar om hur saker och ting hör ihop (eller borde så göra), endast svaret är objektivt. Kan man inte ställa en fråga så att svaret är objektivt har man ställt en ofalsifierbara fråga och därmed inte en vetenskaplig. Vi är alla överens om att Galileo inte stod vid toppen av det lutande tornet, utan han 'visste' vad svaret skulle bli på grund av ett tankeexperiment. Att en kropp som inte påverkas av några yttre krafter rör sig med konstant hastighet i en rät linje är ingenting man empiriskt fastställer utan en dogm som man gör till en tautologi genom att implicit definiera (yttre) kraft lämpligt, men som inte desto mindre visade sig vara en oerhört fruktbar ide. (Din beskrivning av hur Galileo via experiment skulle ha kommit på idén om att kroppar rör sig rätlinjigt och med konstant hastighet är intressant. Galileo ansåg även cirkelrörelsen vara naturlig, det var först Newton som bidrog med den slutgiltiga formuleringen; i vilket fall som helst kan man se detta som ett exempel på matematisk extrapolation baserad på en fundamental enkelhet hos naturen).

3. Den Kopernianska världsbilden tas ofta upp som exempel som den moderna vetenskapens inbrott, du tar speciellt upp dess betydelse för Galileo. Men hade denna någon praktisk inverkan? Kopernikus bevisade inte detta 'vetenskapligt' (vad som nu menas med detta) och den katolska kyrkan accepterade det så länge som det framhölls att det rörde sig om en matematisk modell för att underlätta uträkningar.

Det är anmärkningsvärt att den moderna vetenskapen föddes med astronomin. Hur skulle du se på saken?

Jag skulle vilja hävda att det är ganska naturligt att göra en åtskillnad mellan det terrestriella som inte bara är tillgängligt för synen utan som man kan undersöka med alla sinnen och den celesta världen som i princip till nyligen endast var tillgänglig för ögat. Månen utgör ett mellanstick, en stor sten högt uppe i 'luften'. Grekerna kunde fastställa ett ganska noggrant avstånd till Månen ytterst baserat på parallax, annars skulle man logiskt kunna anta att himmelskupan befann sig bokstavligen oändligt långt borta. Lite av detta lever kvar i modern tid, tanken att människor vandrat på Månens yta är något överkligt för att inte säga vanhelgande

4. Har du något intressant svar på att den moderna vetenskapen inte uppstod redan hos de gamla grekerna? Kompetensen fanns, eller står det att söka i social och materiell infrastruktur eller att de fruktbara frågorna inte ställs automatiskt (som i Bacons vetenskapliga värld)? Eller helt enkelt att det berodde på en tillfällighet att teologiska synsätt hade ett fäste, men dessa härskade inte inom den grekiska matematiken.

Du framhåller Galileo som banbrytande när det gäller att formulera principen för experiment, d.v.s. upprepbarhet, isolering av variabler till enkla renodlade situationer, och inte minst den matematiska komponenten. Inom naturvetenskapen har detta visat sig mycket fruktbart, men frågan är om det ens är tillämpligt inom de sociala vetenskaperna, och medicinen utgör ett gränsfall. Vad anser du om detta?

Newtons gravitationsteori bygger inte på systematisk empiri, i motsats till de mycket eleganta undersökningarna han gjorde beträffande ljusets natur (Newton var mycket händig redan som barn). Han ödslade mycket tid på experiment inom alkemin, och det skulle dröja ett par generationer innan kemin nådde en vetenskaplig mognad, så det är inte så lätt att tillämpa vissa allmänna principer i specifika sammanhang.

Astronomin anses ibland att inte vara en riktig vetenskap ty man kan inte utföra experiment (ej heller i historien) men även detta är en sanning med modifikation. Matematiken involverades även i grekisk vetenskap, åtminstone inom astronomin, jag har redan nämnt avståndsberäkningar till Månen som gjorde att man kunde mäta den i förhållandet till jordradien.

5. Grekerna axiomatiserade det fysikaliska rummet framgångsrikt och frågan är hur detta synsätt kan drivas vidare i fysiken. Vad anser du om detta? Om inte, vari ligger den principiella svårigheten?

Arkimedes ställde upp vissa axiom inom hydrauliken (?) och Newton förde det vidare i Principia, tanken var att kunna förstå hur den fysikaliska världen fungerade baserade på vissa principer. Nu har detta synsätt övergetts, även om det lever kvar i formen av olika matematiska modeller, som dock tenderar att ha något ad hoc över sig. Ansträngningar har gjorts för att presentera kvantmekaniken axiomatiskt, men misstänker jag utan större framgång. En grundfråga är om anledningen är den fysikaliska intuitionen, den som gör att

fysiker med framgång kan i sina reduktiva experiment, bortse från irrelevanta aspekter. En matematiker gör sällan eller rentav aldrig felslut inom den euklidiska geometrin som är statistiskt visuell, men ofta inom elementär mekanik.

I detta sammanhang kan man göra en som jag tror relevant spekulering. I den fysikaliska världen manifesterar sig de logiska konsekvenserna av en underliggande (presumtiv) direkt, men i ett formellt matematiskt system måste man logiskt deducera fram dem. Det euklidiska rummet är i detta sammanhang ett fysikaliskt rum och vi är alla medvetna om perspektivförändringar utan att för den skull matematiskt derivera dem. Om vi hade varit inneslutna i elfenbenstorn skulle vi då ha upptäckt fenomenet med tidvatten som är ett mycket subtilt fenomen, tidvattenskrafterna är ju mycket små. I jämförelse med jordens tillplattning vid polerna på grund av rotationen, som rör sig om ett par mil, är några meter inte mycket att komma med; men effekten har stora praktiska konsekvenser om man bor nära havet.

6. Avståndsbestämningar för astronomiska objekt är mycket fascinerande ty dessa kan uppenbarligen inte bestämmas direkt med måttband. Vad vi har att göra med är en steg, där vid varje steg finner vi regelbundenheter som vi sedan antar som 'axiomatiska' vid nästa steg. Men vad hade inträffat om de första stegen hade saknats, om solsystemet hade befunnit sig i den tomma intergalaktiska rymden, hur skulle man då kunna veta att de svaga objekt man såg på himlen inte befann sig oändligt långt borta? Har du några synpunkter på dessa logiska kedjor där varje länk beror på mer eller mindre djärva antaganden?

Med parallax (d.v.s. antagandet att rummet är euklidiskt till stor noggrannhet) kan vi bestämma jordbanans storlek, med denna som utgångspunkt kan vi bestämma avstånd till närbelägna stjärnor, men därutöver fungerar det inte. För att hoppa över några steg upptäcktes ett samband mellan vissa stjärnors (Cepheid variabler) perioder och dess luminositet (med antagandet att urvalet befann sig på samma avstånd, vilket motiverades med att de kunde antas befinna sig i samma Magellianska moln) vilket gjorde möjligt avståndsbestämningar till närbelägna galaxer (tack vare att det fanns närbelägna Cepheid variabler vars avstånd man kände), vilket gjorde det möjligt för Hubble att upptäckte sambandet mellan avstånd och rödförskjutning för avlägsna galaxer, och nu bestäms avstånd för ännu mer avlägsna objekt just med rödförskjutningen

7. Skillnaden mellan 'experimentell metodologisk reduktionism' och 'materiell reduktionism' framgår inte så tydligt, även om du påstår att de båda står i bjärt kontrast till varandra. Kan du förklara närmare?

Jag misstänker att det rör sig om en så kallad 'kategoriskillnad'. Den förra är operationell och pragmatisk till sin natur, den andra tycks röra sig om en filosofisk attityd. Jag antar att den förra är vad man i dagligt tal menar med 'vetenskaplighet'. Poppers syn på vetenskapen består av två delar, en kreativ del som innebär att komma upp med hypoteser och kritisk del som består i att testa dessa hypoteser. Nu interagerar dessa med varandra, och resultatet av en test innebär att hypoteser måste modifieras (kreativt). Den allmänhetens uppfattning om vetenskap ansluter sig nära till Bacons syn. Nämligen det finns en vetenskaplig metod som man både kan och måste lära sig, och när man väl har den kan man angripa alla möjliga frågor och komma fram till sanningen. Specifikt innebär denna hur man kan sätta upp ett experiment, vilket benämns som studie inom de sociala vetenskaperna inklusive medicinen. Svårigheten är att göra dessa studier 'objektiva' d.v.s. att eliminera missvisande faktorer. Ofta

rör det sig om att ställa upp korrelationer mellan olika fenomen och därmed göra representativa urval. Eftersom tillvägagångssättet är statistiskt är den kritiska frågan vad som är statistiskt signifikant. I det första fallet kan man aldrig vara säker på att ett urval är representativt. Man kan hantera 'the known unknowns' men aldrig de 'unknown unknowns' för att citera Rumsfeld. Det andra fallet rör det sig om en konvention, eller kanske snarare en balansgång. Om kriterierna för statistisk signifikans är för stränga riskerar man att kasta ut för många barn med badvattnet, och är de för förlåtande kommer man att acceptera alltför många tvivelaktiga förhållanden. Satsen att alla människors mödrar är människor kan verifieras med hundraprocentig säkerhet, men om man tar satsen logiskt bokstavligen strider den mot evolutionen. Med andra ord man måste lyfta blicken från marken.

Vetenskapligheten skiljer sig mycket mellan olika domäner. För en matematiker har medicinarens vetenskaplighet ingen relevans. En matematiker resonerar logiskt och denna förmåga, som Peirce är noga med att framhålla, är intuitiv och medfödd hos dessa med ett matematiskt temperament. Matematikerns uppgift är huvudsakligen den kreativa aspekten. Detta var redan klart med de gamla grekerna och den matematiska vetenskapligheten etablerades redan då, och kan således sammanfattas med frasen deduktivt tänkande. Denna är givetvis nödvändig men långt ifrån tillräcklig, den utgör en fundamental men ganska trivial del av det matematiska skapandet. Din beskrivning av Galileo utgör en beskrivning av det vetenskapliga inom fysiken och innebär inte bara ett försök till en rigorös testning, men även en metod att systematiskt generera nya sanningar, att enligt Bacon läsa naturens bok. Denna vetenskaplighet har sedan tagits som modell även för de sociala vetenskaperna, och frågan är hur relevant är den? Den fungerar för naturvetenskaper, men fungerar den för samhällsvetenskaper? Det utgör sig även för att vara en universell metod, inom matematiken finns inga universella metoder i denna abstrakta övergripande mening (visst kan man formulera vissa allmänna principer, men dessa reduceras lätt till oanvändbara trossatser som 'söka sanningen'), utan endast ett stort antal specifika metoder, liksom det finns ingen universell metod att generera hypoteser. Newtons gravitationsteori (liksom Einsteins) är till en stor del matematiska skapelser som inte bygger på en daglig växelverkan mellan teori och empiri. Newtons optiska arbeten är ett mycket bättre exempel på naturvetenskaplig metodik där en förklaringssteori byggs upp gradvis genom eleganta och systematiska experiment som inom kemi, biokemi och även biologi, och jag kan tänka mig till en del även i fysiologi. Det hela kan populärt sammanfattas i att finna oberoende faktorer att variera en i taget, med de andra fixerade, vilket beskriver ett idealförhållande.

Man kan nästan identifiera den moderna fysikens födelse i och med Galileo, men att identifiera den moderna kemins är lite svårare. Den växte gradvis fram ur alkemin som saknade en förklaringsvision i motsats till en 'moralisk' vision, nämligen 'gör guld ur skräp' (som påminner om politikerns och företagsledarens högtflygande visioner utan konkret underbyggnad, och jämföras med militärernas överbyggande vision om 'att segra'). Alkemin var ett exempel på blind empiri men vars metoder och redskap, som att blanda, bränna och mortlar, glaskärl, bränna etc övertogs av kemisterna. Man skall heller inte förglömma att alkemin ingår i den uråldriga förvetenskapliga metallurgiska traditionen, som uppenbarligen gav högst användbara resultat. Man kanske skall framhålla Lavoisier som den förste moderne kemisten, men han hade förnämliga föregångare såsom Priestly och Schiele. (Newton spenderade troligen mer tid med alkemi än med fysik, men gjorde inga framsteg). Men även i kemin kan man hävda att de verkliga framstegen uppstod först genom att noggrant väga

olika substanser som ingick i reaktioner och dra de fruktbara slutsatserna. Kan det vara så att de sociala vetenskaperna befinner sig på alkemins nivå?

8. Du gör en stor poäng av förkastandet av teleologiska resonemang à la Aristoteles. Var detta förkastande avsiktligt eller en automatisk följd av den axiomatiska synen? Den grekiska geometrin hade inga teleologiska inslag. Och existerar det någon principiell skillnad mellan teleologisk och logisk? Båda har som syfte att bringa ordning i ett förnimbart kaos.

Newton skrev Principia med Euklides som förebild. Den vetenskapliga ambitionen bestod således i både att förläna den celesta mekaniken matematikens rigorositet och möjligheten att på deduktiv väg komma fram till nya förhållanden. Såsom konsekvenser försvann Aristoteles teleologi och fysikens sanningar, liksom matematikens, blev oberoende av människan, och tillhörande en Platonsk verklighet. (Gravitationen är ett ypperligt exempel på en underliggande verkan i detta fall av nästan mystisk natur).

Newtons bidrag till vetenskapsfilosofin var således att världen inte var kaotisk utan logiskt konsistent ordnad, som sagt i platonsk anda, något som i och för sig kom att ses som anmärkningsvärt (cf. Peirce spekulationer om universums regelbundenhet och Wigners notering om matematikens "unreasonable effectiveness").

9. Freuds och Marx teorier var specifika måltavlor för Popper. Ser du i något av dessa fall en "vetenskaplig ansats"? Skulle delar av det kunna utvecklas eller utgör de i din mening återvändsgränder utan potential?

I båda fallen har vi att göra med slående teoribildningar (med ansatser till de klassiska analys och syntes) som i naturvetenskaplig anda går djupare än det för sinnena uppenbara, men de är inte falsifierbara, d.v.s. de kan inte konfronteras med en empirisk verklighet och därmed utvecklas. Det är signifikativt att i båda fallen är renlärighet av största vikt, liksom inom religionen, men renlärighet åtminstone per se är inte aktuellt i naturvetenskapen.

10. Kan man lita på vetenskapen? Vad är grunden för övertygelse inom vetenskapen?

Grunden för vår omedelbara (sinnliga) verklighetsuppfattning är det faktum att vi upplever världen genom olika sinnen vilka alla bekräftar varandra. På samma sätt i naturvetenskapen såväl som i matematiken, om något kan verifieras på många olika oberoende sätt, så har själva konsistensen en övertygande kraft som går utöver de enskilda deduktiva tankekedjorna.

11. Citeringsindex spelar nu en stor roll inom vetenskapen. Vad anser du om detta? Sporrar det till aktivitet i och med det mer eller mindre uttalade tävlingsmomentet? Innebär det en större objektivitet och därmed större rättvisa inom bedömning? Eller kan det rentav snedvrída forskningen?

Traditionell vetenskap skedde på individuell nivå driven av inre nyfikenhet. Vad vi har bevittnat på senare tid är en industrialisering av vetenskapen, där matematiken har lyckats hålla sig undan längst, till en viss del beroende på att den inte har varit så fysiskt resurskrävande, men i och med universitetens expansion och 'publish and perish' mentaliteten som har tagit över universitetet med ökad konkurrens har pressen på

publicerade resultat ('meriteringsmakalatur' enligt Peter Luthersson) ökat. Därav har citeringsindex (vars ursprungliga syfte var något helt annat) och biometri kommit att inta en större och större roll. Traditionellt bedrevs matematisk forskning som inom det medeltida skråväsendet. Denna industriella utveckling, som även har haft politiska konsekvenser (den stora partikelacceleratorn som kärnfysiker drömde om var så resursslukande att den stoppades av den amerikanska kongressen, vilket innebar en stor frustration för en mycket begränsad del av mänskligheten - Steven Weinberg et al).

En annan aspekt av "industrialiseringen" är att forskare blir mer och mer specialiserade och saknar mer och mer filosofisk översikt. Det skulle inte förvåna mig att många forskare inom biokemin skulle kunna vara evolutionsförnekare.

B. Claes Uggla (CU) svar och svarskommentarer till Ulf Persson (UP)

UP Kommentar 1: Jag läste Kuhns bok på 90-talet, därefter blev jag betydligt mera intresserad av Popper. Kuhn anlägger ett sociologiskt perspektiv på vetenskapen medan Popper är mera intresserad av vad den egentligen sysslar med och anammar en filosofisk-moralisk ståndpunkt som går tillbaka till Platon om sanningssökandet. Kuhn har därmed blivit anammad av post-modernister som ser sanningen som en social konstruktion (man skall i ärlighetens namn även påpeka att många anser Popper som sanningsrelativist på grund av hans falsifieringskriterium, men detta bygger på okunnighet och oförståelse). Men Kuhn har likaledes blivit missförstådd, som du mycket riktigt påpekar. Men i motsats till Popper har inte Kuhn mig veterligen publicerat något utöver hans ikoniska bok och därmed inte lika kraftigt deltagit i debatten. Det finns en hel del överlappningar mellan Popper och Kuhn, och egentligen inte några direkta motsättningar. Falsifiering ingår även i Kuhns berättelse, men han lyfter inte fram det på samma sätt. Vad jag framför allt tog med mig från Kuhn var svaret på frågan varför filosofin inte har tyckts gjort några framsteg sedan Platon, hans svar var att ingenting har förkastats inom filosofin. Popper är förtjust i att likna den vetenskapliga utvecklingen med Darwins naturliga urval. Om alla livsformer som uppstått skulle bevaras skulle jordklotet inte ha rum att härbärgera dem alla (och vi skulle inte ha kommit över primitiv bakterienivå). Med andra ord genom att förkasta blindspår kan man tränga djupare in i konfigurationsrummet av alla teorier. (Om man skall gissa en kod, är det betydligt effektivare om man vid varje tillfälle får svar på om siffran är rätt eller inte, än om man måste systematiskt gå igenom alla möjligheter. Om koden består av hundra siffror kommer vi fram till rätt kod efter högst ett tusen försök, annars kan vi behöva gå igenom upp till 10^{100} försök (universum har existerat i 10^{17} sekunder), just därför att vi kan ignorera de flesta potentiella sökvägar.

CU Kommentar till UP Kommentar 1: Låt mig kommentera ovanstående text: Poppers filosofi brukar betraktas sympatiskt av naturvetare och matematiker, men inte bland samhällsvetare som tenderar att bunta ihop den med logisk positivism som typiskt avfärdas som förlegad och irrelevant; Kuhns *The Structure of Scientific Revolutions* sociala filosofiska idéer tenderar däremot ofta att ses med närmast obehag av naturvetare och matematiker, medan de betraktas som banbrytande av samhällsvetare. Kuhn skrev ett flertal historiska och filosofiska verk, bl.a. *The Copernican Revolution* ca fem år före *The Structure of Scientific Revolutions*. Kuhns sociologiskt präglade historiefilosofi har haft betydligt större genomslagskraft än Poppers verk i efterföljande vetenskapsfilosofi, eftersom denna argumenterbar har

dominerats av ett socialt perspektiv. En av anledningarna till detta och varför t.ex. Ludwik Flecks verk om tankekollektiv och tankestilar på 30-talet inte slog igenom på samma sätt är att *The Structure of Scientific Revolutions* (speciellt den andra utgåvan från 1970) sammanföll med samhällsvetenskapernas kraftiga expansion (och politisering, där t.ex. sociologi och pedagogik kom att påtagligt påverkas av ett Marxistiskt perspektiv medan t.ex. nationalekonomi genomgick nyliberala strömningar) under 60- och 70-talet, där den tolkades på ett sätt så att den gav ökad kredibilitet hos samhällsvetenskaperna (aha! fysiker och kemister beter sig socialt precis som vi samhällsvetare – men man förbisåg att den inneboende karaktären av vad man sysslar med spelar en avgörande roll för utfallet). Notera slutligen ordet *Revolutions* i titeln på boken, som avspeglar 60- och 70-talens tidsanda.

UP Fråga 1: Du lyfter fram Kuhns distinktion mellan breda paradigmen och smala paradigmen. Skulle du vilja kommentera detta ytterligare?

I många i livets skeden är vi inte så intresserade av vad som är faktiskt sant eller inte, utan vad folk skall tycka. En elev som svarar på en fråga, eller någon som tar en IQ-test, frågar sig snarare vad förväntar sig frågeställaren att jag skall svara än vad som är faktiskt korrekt. (Matematiken skiljer sig därvidlag från de andra skolämnena, vari ligger en stor del av dess charm, enligt somliga av oss). Den breda paradigmen tilltalar de flesta, att bedriva vetenskap är helt enkelt en anpassning till vad andra vetenskapsmän gör. I den snäva paradigmen skiljer sig inte Kuhn så mycket ifrån vad Popper framhäver, men han får det som att framstå att ett paradigmskifte är något av en mode-växling och därmed nedtona kontinuiteten. Visst innebär ett paradigmskifte ett förkastande av föregående trosföreställningar, men detta förkastande är inte något frivolt utan bygger på den förutvarande paradigmen, om än på en något högre meta-nivå. Han har däremot rätt när han betonar att vad de flesta vetenskapsmän gör under sitt liv är ganska 'hum-drum' i jämförelse med paradigmskiften, de flesta har tillskansat sig vissa metoder och söker frågor som kan undersökas med dessa metoder. Och visst om grundvalen för dessa undermineras eller ersätts av betydligt effektivare blir de vilsna, men att se dem som proppar i systemet och att ett nytt paradigms inträde kan endast konsolideras i och med att de dör ut är något missvisande.

CU Svar på UP fråga 1: Paradigm i snäv mening utgörs av mönsterexempel som endast är ett av flera element i den disciplinära matris som Kuhn definierar som paradigm i bred mening, där några av de andra elementen utgörs av gemensamma värderingar, förhoppningar, trosföreställningar om modeller, analogier och metaforer, symboliska generaliseringar och den infrastruktur som krävs för experiment och dataanalys. Mönsterexemplen är inte bara det som primärt skapar ett forskningsfältets värderingar, det är även de som illustrerar hur de övriga elementen i den disciplinära matrisen konkret fungerar tillsammans.

UP Fråga 2: Anser du att Aristoteles var en klant, som han beskrivs vulgärt (i fransk mening), eller att det föreligger en stor kontinuitet mellan grekisk naturvetenskap och den moderna? Speciellt skulle du bekräfta den allmänna föreställningen att Aristoteles inte var empirisk?

CU Svar på UP fråga 2: Aristoteles var långt ifrån en klant, han är en av världshistoriens främsta tänkare där hans bidrag till t.ex. logik var banbrytande. Aristoteles kom från en läkarfamilj vilket medförde ett betydligt mer praktiskt sinne och intresse för observationer än vad t.ex. Platon hade, exemplifierat av hans betydelsefulla bidrag till biologin – en del har t.o.m.

benämnt Aristoteles som en av den moderna empiriska vetenskapens fäder! Med detta sagt, de observationer och experiment som faktiskt gjordes under antiken kan dock inte liknas vid den mångfald av mycket mer strategiskt valda, avgränsade och kontrollerade experiment som växte fram under den vetenskapliga revolutionen nästan 2000 år senare.

Utan tvivel missar historieforskning en hel del som skulle visa på en ökad historisk kontinuitet, d.v.s., brister i historiekunskap ger systematiska fel; ett ännu större fel är dock att projicera vår nuvarande kunskap på historien. Exempelvis brukar man föra fram Leukippos och Demokritos atomism som en föregångare till modern atom-, molekylär- och partikelfysik. Ja, dessa proto-idéer har antagligen spelat en viss roll för senare forskning, t.ex. för John Daltons atomteori, men de har väldigt lite att göra med kvantmekanik som utgör grunden för modern atom-, molekylär- och partikelfysik. Tyvärr är det ganska vanligt inom filosofi och historia att överskatta grova proto-idéers betydelse på bekostnad av den teknologiska och kognitiva (t.ex. matematik, datorimplementerade algoritmer) infrastruktur som modern fysikalisk vetenskap bygger på (som man ofta dessutom är mindre kunnig om), vilket illustrerar att historisk kontinuitet är en synnerligen komplex och mångfacetterad fråga.

UP Kommentar 2: Det föreligger en populär missuppfattning att de grekiska vetenskapsmännen bara spekulerade medan i och med Galileo de moderna vetenskapsmännen gjorde experiment och fann ut "hur det hela var". Detta är en uppfattning om vetenskapen som framfördes av Francis Bacon och som delas fortfarande av de flesta människor, speciellt politiker. Men som Popper betonar, det finns ingenting som en förutsättningslös observation, naturen instruerar oss inte, vi kan bara ställa frågorna och naturen kan säga ja eller nej. Frågeställaren är oundvikligen subjektiv och agerar utifrån sina egna föreställningar om hur saker och ting hör ihop (eller borde så göra), endast svaret är objektivt. Kan man inte ställa en fråga så att svaret är objektivt har man ställt en ofalsifierbara fråga och därmed inte en vetenskaplig. Vi är alla överens om att Galileo inte stod vid toppen av det lutande tornet, utan han 'visste' vad svaret skulle bli på grund av ett tankeexperiment. Att en kropp som inte påverkas av några yttre krafter rör sig med konstant hastighet i en rät linje är ingenting man empiriskt fastställer utan en dogm som man gör till en tautologi genom att implicit definiera (yttre) kraft lämpligt, men som inte desto mindre visade sig vara en oerhört fruktbar ide. (Din beskrivning av hur Galileo via experiment skulle ha kommit på idén om att kroppar rör sig rätlinjigt och med konstant hastighet är intressant. Galileo ansåg även cirkelrörelsen vara naturlig, det var först Newton som bidrog med den slutgiltiga formuleringen; i vilket fall som helst kan man se detta som ett exempel på matematisk extrapolation baserad på en fundamental enkelhet hos naturen).

CU Kommentar till UP Kommentar 2: Ja, alla observationer och experiment kräver tolkning som alltid är färgad av teori. Detta påstående riskerar dock att ge upphov till en mycket skadlig, enligt mig t.o.m. omoralisk, relativism. Jag har ofta fått höra från vissa håll att "allt är tolkning", men som Popper påpekar, om man säger allt så säger man inget – även tolkning behöver tolkas. Påståendet om tolknings- och teorifärgning bör kompletteras med: allt kräver inte lika mycket tolkningsresurser och teori. Låt mig illustrera detta med följande exempel: Rovdinosauriers primära sinne var seendet. De behövde bara registrera en rörelse för att sedan sätta tänderna i bytet, vilket inte krävde allt för mycket hjärnprocessning. Däggdjur under denna tid levde under mark och hade luktsinnet som primärt sinne. För att detta skulle vara användbart så krävdes det minne för att känna igen och urskilja om det var en fara eller partner och var denna var i ett nätverk av underjordiska tunnlar, något som kräver betydligt mer tolkning och medföljande hjärnaktivitet (efter dinosauriernas död så vidareutvecklades

däggdjuren och idag är det den ursprungliga lukthjärnan som utgör större delen av vår hjärna, speciellt den delen som står för de högre funktionerna).

UP Fråga 3: Den Kopernianska världsbilden tas ofta upp som exempel som den moderna vetenskapens inbrott, du tar speciellt upp dess betydelse för Galileo. Men hade denna någon praktisk inverkan? Kopernikus bevisade inte detta 'vetenskapligt' (vad som nu menas med detta) och den katolska kyrkan accepterade det så länge som det framhölls att det rörde sig om en matematisk modell för att underlätta uträkningar. Det är anmärkningsvärt att den moderna vetenskapen föddes med astronomin. Hur skulle du se på saken?

Jag skulle vilja hävda att det är ganska naturligt att göra en åtskillnad mellan det terrestriella som inte bara är tillgängligt för synen utan som man kan undersöka med alla sinnen och den celesta världen som i princip till nyligen endast var tillgänglig för ögat. Månen utgör ett mellanstick, en stor sten högt uppe i 'luften'. Grekerna kunde fastställa ett ganska noggrant avstånd till Månen ytterst baserat på parallax, annars skulle man logiskt kunna anta att himmelskupan befann sig bokstavligen oändligt långt borta. Lite av detta lever kvar i modern tid, tanken att människor vandrat på Månens yta är något överkligt för att inte säga vanhelgande.

CU Svar på UP fråga 3: Det är inte anmärkningsvärt att den moderna vetenskapen föddes med astronomin. Om man tycker det så beror detta på att man inte förstått vad som är mest betydelsefullt när det gäller experiment (och vad de väsentliga experimentella faktorerna implicerar), nämligen (i) avgränsning, d.v.s. att det endast finns ett fåtal inverkanse faktorer inom experimentets kvantitativa noggrannhetsgrad, (ii) att dessa faktorer enskilt kan varieras på ett kontrollerat sätt, (iii) reproducerbarhet. Experiment innebär strategiskt valda arrangemang av naturen, bl.a. genom att skapa stora skalskillnader (av t.ex. massa- och längdförhållanden) så att ovanstående förutsättningar uppfylls. Dock, ibland sker det att naturen uppfyller dessa krav av sig självt, där solsystemet är ett fantastiskt exempel på detta – naturen har arrangerat ett system som är bättre lämpat för naturvetenskaplig förståelse än nästan något experiment som människan har designat! Periodiciteten och den relativa stabiliteten hos planetrörelsen innebär att man kan återkomma till mätningar; vad mer är, när Galileo upptäckte fyra av Jupiters månar så fick han ett ytterligare system att studera och fann att solen inte var alltings center och att samma underliggande mekanism, det vi nu kallar för gravitation, låg bakom såväl planetrörelse som Jupiters månars rörelse. Idag känner vi till tusentals olika solsystem – tala om reproduktion! Detta är ett återkommande tema med många exempel i ett gigantiskt universum, vilket innebär att astronomi, förutom att vara intressant i sig självt, fortfarande utgör en utomordentlig empirisk källa för grundläggande fysikalisk forskning. (Jag återkommer till sinnen och empiri senare i texten.)

UP Fråga 4: Har du något intressant svar på att den moderna vetenskapen inte uppstod redan hos de gamla grekerna? Kompetensen fanns, eller står det att söka i social och materiell infrastruktur eller att de fruktbara frågorna inte ställs automatiskt (som i Bacons vetenskapliga värld)? Eller helt enkelt att det berodde på en tillfällighet att teologiska synsätt hade ett fäste, men dessa härskade inte inom den grekiska matematiken. Du framhåller Galileo som banbrytande när det gäller att formulera principen för experiment, d.v.s. upprepbarhet, isolering av variabler till enkla renodlade situationer, och inte minst den matematiska komponenten. Inom naturvetenskapen har detta visat sig mycket fruktbart, men

frågan är om det ens är tillämpligt inom de sociala vetenskaperna, och medicinen utgör ett gränsfall. Vad anser du om detta?

Newtons gravitationsteori bygger inte på systematisk empiri, i motsats till de mycket eleganta undersökningarna han gjorde beträffande ljusets natur (Newton var mycket händig redan som barn). Han ödslade mycket tid på experiment inom alkemin, och det skulle dröja ett par generationer innan kemin nådde en vetenskaplig mognad, så det är inte så lätt att tillämpa vissa allmänna principer i specifika sammanhang. Astronomin anses ibland att inte vara en riktig vetenskap ty man kan inte utföra experiment (ej heller i historien) men även detta är en sanning med modifikation. Matematiken involverades även i grekisk vetenskap, åtminstone inom astronomin, jag har redan nämnt avståndsberäkningar till Månen som gjorde att man kunde mäta den i förhållandet till jordradien.

CU Svar på UP fråga 4: Man bör först notera att den antika grekiska vetenskapen sträckte sig från Thales på 600-talet f. Kr. till ca Ptolemaios död 170 e. Kr., en period på över sju hundra år under vilka förutsättningar för vetenskap drastiskt ändrades. Den inleddes av den försokratiska epoken mellan 600-400 f. Kr. som var ett resultat av interaktion mellan grekisk, egyptisk och babylonisk (inkluderande fenicisk) kultur. Detta gav upphov till bl.a. det första kompletta fonetiska alfabetet, men där även monoteistiska idéers framväxt spelade roll (vilket inskränkte mytbildning om naturfenomen). Den försokratiska epoken karakteriserades av ett vilt spekulerande om naturens egenskaper som spände över specifika fenomen, t.ex. jordbävningar, till kosmologi. Att notera är att detta gjordes av ett fåtal individer i små joniska stadsstater med en social och teknologisk infrastruktur som inte kommer i närheten av den i Europa efter medeltiden. Detta följs av Sokrates, Platon och Aristoteles med lite bättre social infrastruktur, där deras idéer sprids under den hellenistiska epoken, som i sin tur följdes av att Romarriket tog över. Det senare innebar en helt annan tidsanda där endast rester av det grekiska kulturarvet fanns kvar, centrerat kring Alexandria. Vad mer är, på gott och ont färgades Alexandrias intellektuella grund av Aristoteles lärjungar, vilket senare t.ex. gav upphov till Euklides Elementa, men där Aristoteles teleologiska filosofi utgjorde ett hinder för naturvetenskapliga framsteg (jag återkommer till detta nedan), men det är knappast något Aristoteles kan klandras för.

Alfabetet innebar en förändring såväl i informationsöverföring som i individuella människors tankeverksamhet; talspråkliga kulturer baseras på minne med rytm och repetition som hjälpmedel – kulturer med skrivspråk präglas av ett påtagligt mer linjärt tänkande, något som t.o.m. manifesterar sig i hjärnans plasticitet som ger upphov till annorlunda konfigurering av människors hjärnor i talspråkliga respektive skriftliga kulturer. Det fonetiska alfabetet var en omvälvande uppfinning (bl.a. argumenterbart en av de viktigaste händelserna i demokratins historia), så det är inte så märkligt att den grekiska skrivkulturen var påtagligt fattig gällande ideografiska symboler, liknande de som spelade en viktig roll för t.ex. matematikens utveckling under senmedeltiden och den senare vetenskapliga revolutionen. Exempelvis började grafer, som är ett viktigt hjälpmedel för analys och tolkning av mätdata, utvecklas först under senmedeltiden. Det här exemplifierar en frånvaro av flera viktiga kompetenser och ingredienser under antiken som spelade en stor roll för den mycket senare vetenskapliga revolutionen. Man hade dessutom under antiken ett flertal olika naturvetenskapligt hämmande filosofiska attityder, där Aristotelisk teleologiskt tänk bara utgör ett exempel; ett annat är att man ansåg att det var onaturligt att betrakta förhållanden mellan olika storheter som längd, tid och massa. Det är därför inte så märkligt att t.ex. begreppet rörelsemängd började utvecklas först under senmedeltiden.

Experimentell (fysikalisk) metodologisk reduktionism bygger på stabilitet och drastiska skalförhållanden, något som inte finns i den sociala världen. Medicin utgörs endast delvis av naturvetenskap, det finns även t.ex. en klinisk sida som i hög grad bygger på tidsbeprövad praktisk kompetens. Endast vissa delar, t.ex. inom den biomedicinska sidan, är lämpliga för experimentell metodologisk reduktionism. Människor är även medicinskt till viss del unika, vilket innebär ytterligare komplikationer, förutom att mänsklig biologi redan i sig är oerhört komplex och kontextberoende (betrakta t.ex. placeboeffekter). Dessutom är kliniska behov ofta akuta och för en individ är den långsamma process för att åstadkomma hållbar kunskap som Galileo bidrog till att inleda med experimentell metodologisk reduktionism inte speciellt relevant. Medicinens mångfald av komplikationer och aspekter formligen skriker efter metodpluralism.

Samma sak gäller i än högre grad de sociala disciplinerna, där den experimentella metodologiska reduktionismens förutsättningar, som gjort den så framgångsrik i de fysikaliska disciplinerna, lyser med sin frånvaro.

Slutligen, Newtons gravitationsteori byggde på minst lika mycket empiri som hans optik. Jag återkommer till detta samt kemi, alkemi och astronomi nedan.

UP Fråga 5: Grekerna axiomatiserade det fysikaliska rummet framgångsrikt och frågan är hur detta synsätt kan drivas vidare i fysiken. Vad anser du om detta? Om inte, vari ligger den principiella svårigheten?

Arkimedes ställde upp vissa axiom inom hydrauliken (?) och Newton förde det vidare i Principia, tanken var att kunna förstå hur den fysikaliska världen fungerade baserade på vissa principer. Nu har detta synsätt övergetts, även om det lever kvar i formen av olika matematiska modeller, som dock tenderar att ha något ad hoc över sig. Ansträngningar har gjorts för att presentera kvantmekaniken axiomatiskt, men misstänker jag utan större framgång. En grundfråga är om anledningen är den fysikaliska intuitionen, den som gör att fysiker med framgång kan i sina reduktiva experiment, bortse från irrelevanta aspekter. En matematiker gör sällan eller rentav aldrig felslut inom den euklidiska geometrin som är statiskt visuell, men ofta inom elementär mekanik. I detta sammanhang kan man göra en som jag tror relevant spekulation. I den fysikaliska världen manifesterar sig de logiska konsekvenserna av en underliggande (presumtiv) direkt, men i ett formellt matematiskt system måste man logiskt deducera fram dem. Det euklidiska rummet är i detta sammanhang ett fysikaliskt rum och vi är alla medvetna om perspektivförändringar utan att för den skull matematiskt derivera dem. Om vi hade varit inneslutna i elfenbenstorn skulle vi då ha upptäckt fenomenet med tidvatten som är ett mycket subtilt fenomen, tidvattenskrafterna är ju mycket små. I jämförelse med jordens tillplattning vid polerna på grund av rotationen, som rör sig om ett par mil, är några meter inte mycket att komma med; men effekten har stora praktiska konsekvenser om man bor nära havet.

CU Svar på UP fråga 5: Newtonsk fysik, Einsteins relativitetsteorier, andra så kallade gaugeteorier, men även kvantmekanik, är alla axiomatiserade, med utgångspunkt från empiriskt förankrade "första principer" (d.v.s. ovanstående påstående att Newtons Principias inflytande utifrån första principer inom fysiken skulle ha övergivits till förmån för ad hoc resonering är felaktigt, även om det förutom "fundamental fysik" finns så kallad fysikalisk fenomenologisk forskning, som är något helt annat än fenomenologi inom kulturvetenskaperna). Kvantmekaniken axiomatiserades t.ex. för länge sedan av von

Neumann utifrån Diracs formulering av kvantmekaniken (en matematisk kvantmekanisk formulering i termer av operatorer på ett Hilbertrum). Axiomatisering (och för den del även begreppsanalys) är av förtydligande betydelse inom fysiken (precis som i många andra verksamheter), men den spelar inte alls samma centrala roll som inom matematiken. Det finns istället en mängd andra aspekter som tillkommer kopplade till empiri – framförallt associerat med etablerandet av olika sorters korrespondensförhållanden med den fysiska världen.

När det gäller intuition så är fysikens historia en berättelse om ett avlägsnade bort ifrån denna (där naturvetenskaperna tillsammans förklarar varför vi har den intuition vi har, vilket är en följd av vår evolutionära historia, som i sin tur bl.a. beror på fysiska skalförhållanden som beror på hur naturlagar och tillfälligheter har kommit till uttryck under solsystemets och jordens historia), d.v.s., jag hävdar att ovanstående beskrivning är felaktig.

Vår evolutionära historia har givit oss sinnen samt mentala och fysiska förmågor som tillåter oss att kausalt reagera på sinnesintryck som möjliggör överlevnad och fortplantning i en fysisk och kulturell omgivning, men dessa egenskaper är inte speciellt imponerande om vi jämför med andra djur. Vad som skiljer oss ifrån dessa är istället hur dessa förmågor utvecklats och kombinerats i ett socialt sammanhang; framförallt en förmåga till flexibelt samarbete i stora antal, tack vare att vi kan skapa för oss socialt förenande berättelser, samt kollektiv redskapsproduktion (vissa djur använder sig av redskap, men vi är de enda som tillsammans producerar redskap med syftet att skapa nya redskap för att uppnå tänkta mål). Under större delen av människans historia så hade våra egenskaper knappt någon inverkan på planetens yta, atmosfär och ekologi, vi var en djurart bland andra djurarter, men de utgjorde pre-adaptioner som ledde till någonting oväntat och emergent – modern vetenskap och teknologi.

Intuitionen, formad av vad som varit relevant för överlevnad och fortplantning under vår evolutionära historia, säger att rummet är en opåverkad scen där vi kan vandra omkring och att tiden löper på utan att vi kan göra någonting åt den (även om den subjektivt kan upplevas variera). Lokala grova mätningar i rum och tid inspirerade grekerna att införa en axiomatiserad euklidisk geometri. Notera även att Arkimedes framgångar, som drev grekisk fysik till sin spets, inskränkte sig till statik och hydrostatik, vilka till skillnad från kinematik och dynamik var kompatibla med Aristoteles filosofi. Man kan möjligen argumentera att den fysiska världen manifesterar sig logiskt i form av euklidisk geometri förhållandevis direkt (men varför kom man då inte på denna matematik tiotusentals år tidigare?), men denna geometri har visat sig ha synnerligen icke-intuitiva fysikaliska begränsningar.

Vi kan använda oss av en hävstång för att lyfta saker som vi annars inte skulle kunna lyfta. För drygt 100 år sedan hade teknologi som förstärker och utvidgar våra sinnen och fysiska förmågor nått så långt att den på allvar tog oss bortom våra direkta sinnesupplevelser. Vi fann då att världen inte alls är som vi intuitivt upplever den – vi fann att människan inte är alltings mått. Teknologiskt avancerade mätningar visade att euklidisk geometri och Newtonsk fysik som kandidater för någon slags ontologisk sanning om världen inte stämde. För att uppnå korrespondens med en strid ström av allt mer teknologiskt avancerade mätningar tvingades man motvilligt skapa nya fysikaliska teorier. Einsteins relativitetsteorier visade att rum och tid hör ihop i ett vidare begrepp, rumtiden, vilken är påverkbar av både rörelse och gravitation, något som knappast kan sägas vara intuitivt och direkt förnimbart. Vad mer är, teoretiska fysiker är typiskt skeptiska mot att oändligheter faktiskt är fysikaliskt realiserade, d.v.s., nuvarande matematiska axiomatiska system utgör, förvisso praktiska, abstrakta idealiseringar och extrapolationer. Detta innebär att den intuitiva uppfattningen att rum (och tid) är oändligt delbara, vilket är inkorporerat i euklidisk geometri, inte skulle hålla. Under tillräckligt extrema

förhållanden, vid den så kallade Planckskalans, tror många teoretiska fysiker att rumtiden i någon mening är diskret (delvis en följd av att man även tror att kvantmekanik och relativitetsteori på något sätt måste vara aspekter, med en viss noggrannhet, av en fysikalisk teori som täcker in hela den fysiska verkligheten bättre – en fysisk värld kräver en fysikalisk teori). Nuvarande fysikaliska teorier och euklidisk geometri skulle därmed vara emergenta fenomen gällande på en viss skala. Slutligen, att empiriskt komma åt Planckskalans ligger väldigt långt bort ifrån vår nuvarande teknologiska förmåga. Vad mer är, det återstår att se i vilken grad den fysiska verkligheten på denna skala är ordnad och om denna ordning är beskrivbar med något som ens påminner om nuvarande matematik.

UP Fråga 6: Avståndsbestämningar för astronomiska objekt är mycket fascinerande ty dessa kan uppenbarligen inte bestämmas direkt med måttband. Vad vi har att göra med är en steg, där vid varje steg finner vi regelbundenheter som vi sedan antar som 'axiomatiska' vid nästa steg. Men vad hade inträffat om de första stegen hade saknats, om solsystemet hade befunnit sig i den tomma intergalaktiska rymden, hur skulle man då kunna veta att de svaga objekt man såg på himlen inte befann sig oändligt långt borta? Har du några synpunkter på dessa logiska kedjor där varje länk beror på mer eller mindre djärva antaganden?

Med parallax (d.v.s. antagandet att rummet är euklidiskt till stor noggrannhet) kan vi bestämma jordbanans storlek, med denna som utgångspunkt kan vi bestämma avstånd till närbelägna stjärnor, men därutöver fungerar det inte. För att hoppa över några steg upptäcktes ett samband mellan vissa stjärnors (Cepheid variabler) perioder och dess luminositet (med antagandet att urvalet befann sig på samma avstånd, vilket motiverades med att de kunde antas befinna sig i samma Magellianska moln) vilket gjorde möjligt avståndsbestämningar till närbelägna galaxer (tack vare att det fanns närbelägna Cepheid variabler vars avstånd man kände), vilket gjorde det möjligt för Hubble att upptäckte sambandet mellan avstånd och rödförskjutning för avlägsna galaxer, och nu bestäms avstånd för ännu mer avlägsna objekt just med rödförskjutningen.

CU Svar på UP fråga 6: Ovanstående beskrivning av vad vi kan göra med bl.a. parallax är förlegad. Tills nyligen klarade vi bara av att mäta några tusen ljusår med parallax men med Gaija rymdteleskopet mäter vi nu upp till 30000 ljusårs avstånd, d.v.s. en avsevärd andel av Vintergatans storlek (som är ca 100000 – 150000 ljusår i diameter där Jorden befinner sig 26000 ljusår ifrån dess centrum) och vi närmar oss nu intergalaktiska avstånd, som vi antagligen kan mäta med parallax om 10-20 år. Det finns idag en ökande mängd av olika sorters överlappande astronomiska avståndsmätningar som kompletterar varandra och som förvandlar den så kallade astronomiska avståndsstegen till snarare ett avståndsnätverk, vilket gör att astronomiska avståndsmätningar både blir mer precisa och hållbara. Stora avstånd är därmed inget hinder för hållbar kunskap.

UP Fråga 7: Skillnaden mellan 'experimentell metodologisk reduktionism' och 'materiell reduktionism' framgår inte så tydligt, även om du påstår att de båda står i bjärt kontrast till varandra. Kan du förklara närmare?

Jag misstänker att det rör sig om en så kallad 'kategoriskillnad'. Den förra är operationell och pragmatisk till sin natur, den andra tycks röra sig om en filosofisk attityd. Jag antar att den förra är vad man i dagligt tal menar med 'vetenskaplighet'. Poppers syn på vetenskapen består av två delar, en kreativ del som innebär att komma upp med hypoteser och kritisk del som

består i att testa dessa hypoteser. Nu interagerar dessa med varandra, och resultatet av en test innebär att hypoteser måste modifieras (kreativt). Den allmänhetens uppfattning om vetenskap ansluter sig nära till Bacons syn. Nämligen det finns en vetenskaplig metod som man både kan och måste lära sig, och när man väl har den kan man angripa alla möjliga frågor och komma fram till sanningen. Specifikt innebär denna hur man kan sätta upp ett experiment, vilket benämns som studie inom de sociala vetenskaperna inklusive medicinen. Svårigheten är att göra dessa studier 'objektiva' d.v.s. att eliminera missvisande faktorer. Ofta rör det sig om att ställa upp korrelationer mellan olika fenomen och därmed göra representativa urval. Eftersom tillvägagångssättet är statistiskt är den kritiska frågan vad som är statistiskt signifikant. I det första fallet kan man aldrig vara säker på att ett urval är representativt. Man kan hantera 'the known unknowns' men aldrig de 'unknown unknowns' för att citera Rumsfeld. Det andra fallet rör det sig om en konvention, eller kanske snarare en balansgång. Om kriterierna för statistisk signifikans är för stränga riskerar man att kasta ut för många barn med badvattnet, och är de för förlåtande kommer man att acceptera alltför många tvivelaktiga förhållanden. Satsen att alla människors mödrar är människor kan verifieras med hundra procentig säkerhet, men om man tar satsen logiskt bokstavligen strider den mot evolutionen. Med andra ord man måste lyfta blicken från marken.

Vetenskapligheten skiljer sig mycket mellan olika domäner. För en matematiker har medicinarens vetenskaplighet ingen relevans. En matematiker resonerar logiskt och denna förmåga, som Peirce är noga med att framhålla, är intuitiv och medfödd hos dessa med ett matematiskt temperament. Matematikerns uppgift är huvudsakligen den kreativa aspekten. Detta var redan klart med de gamla grekerna och den matematiska vetenskapligheten etablerades redan då, och kan således sammanfattas med frasen deduktivt tänkande. Denna är givetvis nödvändig men långt ifrån tillräcklig, den utgör en fundamental men ganska trivial del av det matematiska skapandet. Din beskrivning av Galileo utgör en beskrivning av det vetenskapliga inom fysiken och innebär inte bara ett försök till en rigorös testning, men även en metod att systematiskt generera nya sanningar, att enligt Bacon läsa naturens bok. Denna vetenskaplighet har sedan tagits som modell även för de sociala vetenskaperna, och frågan är hur relevant är den? Den fungerar för naturvetenskaper, men fungerar den för samhällsvetenskaper? Det utgör sig även för att vara en universell metod, inom matematiken finns inga universella metoder i denna abstrakta övergripande mening (visst kan man formulera vissa allmänna principer, men dessa reduceras lätt till oanvändbara trossatser som 'söka sanningen'), utan endast ett stort antal specifika metoder, liksom det finns ingen universell metod att generera hypoteser. Newtons gravitationsteori (liksom Einsteins) är till en stor del matematiska skapelser som inte bygger på en daglig växelverkan mellan teori och empiri. Newtons optiska arbeten är ett mycket bättre exempel på naturvetenskaplig metodik där en förklaringssteori byggs upp gradvis genom eleganta och systematiska experiment som inom kemi, biokemi och även biologi, och jag kan tänka mig till en del även i fysiologi. Det hela kan populärt sammanfattas i att finna oberoende faktorer att variera en i taget, med de andra fixerade, vilket beskriver ett idealförhållande.

Man kan nästan identifiera den moderna fysikens födelse i och med Galileo, men att identifiera den moderna kemins är lite svårare. Den växte gradvis fram ur alkemin som saknade en förklaringsvision i motsats till en 'moralisk' vision, nämligen 'gör guld ur skräp' (som påminner om politikerns och företagsledares högtflygande visioner utan konkret underbyggnad, och jämföras med militärernas överbyggande vision om 'att segra'). Alkemin

var ett exempel på blind empiri men vars metoder och redskap, som att blanda, bränna och mortlar, glaskärl, bränna etc övertogs av kemisterna. Man skall heller inte förglömma att alkemin ingår i den uråldriga förvetenskapliga metallurgiska traditionen, som uppenbarligen gav högst användbara resultat. Man kanske skall framhålla Lavoisier som den förste moderne kemisten, men han hade förnämliga föregångare såsom Priestly och Schiele. (Newton spenderade troligen mer tid med alkemi än med fysik, men gjorde inga framsteg). Men även i kemin kan man hävda att de verkliga framstegen uppstod först genom att noggrannt väga olika substanser som ingick i reaktioner och dra de fruktbara slutsatserna. Kan det vara så att de sociala vetenskaperna befinner sig på alkemins nivå?

CU Svar på UP fråga 7: Innan jag besvarar frågan låt mig först kommentera efterföljande text. Förutom vissa egenskaper som en intuitiv uppfattning av mindre antal och en begränsad geometrisk uppfattning så utgör matematik inte en intuitivt medfödd förmåga utan något man kulturellt tillägnat sig. Detta illustreras t.ex. av att en del kulturer bara räknar 1, 2, många, därför att det inte behövs mer i den omgivning de lever i. Vi har däremot ärvda startpaket och drivkrafter, preadaptationer, som kan utnyttja människohjärnans plastiska egenskaper för att kulturellt tillägna sig den matematik som endast utvecklats och funnits under en närmast försumbar del av människans historia. Intressant nog kan man med modern teknik se en plastisk omvandling av hjärnan hos de som använder sig av mycket matematik.

Newtons och Einsteins gravitationsteorier är inte enbart matematiska modeller utan bygger visst på empiri och det i mycket högre grad än Newtonsk optik. Det "nakna ögats" astronomi nådde sin höjdpunkt med Tycho Brahe och Johannes Kepler i slutet på 1500-talet och byggde på en flertusenårigt empirisk tradition. Eudoxus, en av Platons lärjungar, konstruerade den första matematiska modellen av bl.a. Månens rörelse kring Jorden med hjälp av koncentriskt kopplade sfärer, med Jorden i centrum, som alla roterade med konstant vinkelhastighet (och därmed likformigt), baserat på mätdata ifrån babylonierna. Detta var den första konkreta realiseringen av Platons idé att himlakroppars rörelse var perfekt och därmed oföränderlig – där sfären och cirkeln var de enda perfekta formerna i 3 respektive 2 rumsdimensioner, eftersom de var de enda former som var opåverkade av godtyckliga rotationer, och där likformig rörelse följde av kravet på oföränderlighet. Eudoxus modell stämde dock inte speciellt bra kvantitativt – navigation och kalendrar krävde mer precisa astronomiska observationer.

Det praktiska behovet av mer precisa observationer ledde till den Ptolemaiska beskrivningen av varje planets rörelse i termer av likformig rörelse kopplad till två cirklar, nämligen en cirkel (en epicykel) centrerad på en annan cirkel vars centrum var tvunget att förflyttas från Jordens centrum för att modellerna för varje planet skulle överensstämja med mätdata. För den matematiskt intresserade kan jag här nämna att detta är en geometrisk form av Fourieranalys (som för övrigt är ett bland många exempel på matematisk "atomistisk" reduktionism, där man i detta fall beskriver komplicerade kurvor med en uppsättning enkla kurvor), där bara de två första termerna tas med. Att notera är att man hade kunnat gå längre med denna analys och fortsatt med fler epicykler för att på så sätt få en godtyckligt noggrann beskrivning av planetrörelse (notera även skillnaden mellan denna beskrivning och den mer ekonomiska och koherenta beskrivningen i form av Newtonska underliggande gravitationskrafter och den än mer djupa allmänrelativistiska förklaringen där gravitation förklaras med att massa och energi påverkar rumtidens krökning, vilket manifesterar sig i det som vi kallar för gravitation). Trots det Ptolemaiska systemets användbarhet som ett praktiskt "instrument", så höll man samtidigt fast vid Aristoteles kvantitativt ohållbara variant av Eudoxus idéer, där planetrörelse

beskrevs med koncentrisk sfärer centrerade kring Jorden, som den ontologiskt sanna beskrivningen av världen. Detta utgör det första exemplet på vetenskaplig instrumentalism. Tycho Brahe, med sin assistent Kepler, lyckades göra ännu mer precisa astronomiska mätningar än de i antiken och dessa visade att det Ptolemaiska systemet inte stämde överens med dessa mätningars noggrannhet (Tycho Brahe lät t.ex. två oberoende mätstationer göra mätningar för att undvika systematiska fel). Detta ledde till slut Kepler, under decenniernas makalöst intellektuellt hederligt förkastande av olika matematiska idéer, till Keplers lagar, som bl.a. visade att planetrörelse inom dåvarande empiriska noggrannhet kunde beskrivas med ellipser med Solen i ellipsens ena fokus och att kvadraten på periodtiden var proportionellt mot kuben på planetbanans storlek. Det här innebar slutet på antikens heliocentriska världsbild och, inte minst, att himmelsk rörelse var beskrivbar med likformig cirkulär, perfekt, rörelse.

För att åstadkomma ovan behövdes endast skarpa mänskliga ögon, pekpinor att rikta mot planeterna samt stora gradskivor och lod för att hålla reda på deras positioner. Jämför detta med de teknologiska kraven för att kunna göra kemi med experimentell metodologisk reduktionism. Här använde man sig av alkemins teknologiska yrkestraditioner med bl.a. olika typer av glaskärl och filtreringsteknologier, men man behövde även stabila temperaturkällor och vågar för precisa viktmätningar. Det är inte märkligt att kemin hade sitt genombrott efter mekaniken och optiken (som visserligen behövde prisma och linser, men långt ifrån den teknologi som krävs för att ens börja med kemi på allvar).

Newtonsk gravitationsteori var ett resultat av än mer precisa positionsbestämningar med hjälp av teleskop. För bl.a. detta ändamål uppfann Newton spegelteleskopet där han använde sig av sina alkemikunskaper för att kemiskt skapa spegeln i teleskopet, vars kemiska sammansättning inte ändrades med mer än en procent ända tills relativt nyligen (teleskoputvecklingen genomgår för närvarande en revolution). Mer precisa observationer av Månens och planeternas rörelse visade att dessa inte helt exakt rörde sig i ellipser. Under formidabla matematiska svårigheter kunde Newton visa att hans teori, som var en följd av en synnerligen intrikat växelverkan mellan empiri och matematik, stämde överens med dåvarande empiriska noggrannhet (han tog t.ex. hänsyn till Månens storlek, som inte är försumbar gentemot dess banas storlek, Solens, Jordens, Månens, planeternas ändliga massor och att de alla påverkar varandra). Einsteins än mer matematiskt avancerade gravitationsteoris (d.v.s. allmän relativitetsteori) framgångar är i sin tur en följd av den mest avancerade teknologi vi har (t.ex. kräver detektion av gravitationsvågor detektorer som mäter förändringar av längder där en meter ändras med ca en miljondels protodiameter!) och präglas av en synnerligen intrikat växelverkan mellan teori, teknologi och empiri (man måste utveckla mängder med matematiska hjälpsatser och teknologier för att koppla Einsteins ekvationer till den fysiska verkligheten).

Jag noterar i förbigående att teoretiska fysiker ofta underskattar explicit och än mer implicit empirisk input till ny teoribildning (experimentella fysiker underskattar i stället ofta teorifärgning av empiri). Exempelvis bygger allmän relativitetsteori på bl.a. speciell relativitetsteori som är intimt relaterad till Maxwells elektromagnetiska teori. Den är i sin tur fundamentalt beroende av Faradays upptäckt av elektromagnetisk induktion (att tidsvariationer av magnetiska fält genererar elektriska fält), där Maxwell kombinerade detta med elektrisk laddningsbevarande för att få en matematiskt konsistent teori. Utan upptäckten av elektromagnetisk induktion hade vare sig speciell eller allmän relativitetsteori vare sig haft förutsättningar eller motiv till att skapats.

Nej, de sociala vetenskaperna kan inte sägas befinna sig på ett alkemistadium eftersom de har helt andra syften än naturvetenskap, speciellt de fysikaliska vetenskaperna. Man är bl.a. ute efter att förstå kontingenta trender, där man dessutom ofta har en underliggande emancipativ agenda. Man skall inte tro att bara för att man likt naturvetenskapen använder sig av en del gemensamma hjälpmedel/metoder, t.ex. statistik, att detta innebär samma tolkningsproblematik eller kunskapshållbarhet – detta är oftast inte ens syftet, poängen inom de sociala vetenskaperna är typiskt att man vill ändra på något (och "göra världen bättre"). Man kan inspireras av olika områdens metoder, men då bör detta göras med stor försiktighet, och man måste dessutom utveckla olika uppsättningar av kompletterande metoder anpassade till ett forskningsområdes karaktär och syfte.

Slutligen: Materiell reduktionism är både något som närmast kan ses som en filosofisk attityd och som en metod där saker bryts ner i sina materiella beståndsdelar. Experimentell metodologisk reduktionism används förvisso inom materiellt reduktionistiska områden som t.ex. partikelfysik, men då på ett väldigt speciellt sätt (t.ex. är man beroende av vakuumteknologi). Experimentell metodologisk reduktionism är dock tillämpligt på många fler naturvetenskapliga områden än de som präglas av materiell reduktionism, där gemensamt för dessa områden är att man strategiskt väljer/finner vissa situationer där skalförhållanden mellan olika operationellt definierade storheter (ibland valda av pragmatiska skäl och ibland utifrån vad man hävdar är fundamentala första principer, vilket t.ex. kan vara kollektiva organisationsprinciper som bland många ses som mer fundamentala än materiella reduktionistiska principer) är överdrivna och där andra kan varieras på ett kontrollerat sätt. Inom t.ex. termodynamik (som inte kan sägas vara speciellt materiellt reduktionistisk, i meningen att förståelse nås genom att allt skall brytas ner i några minsta materiella byggstenar) kan man variera volym, temperatur, tryck etc. medan man håller andra termodynamiska storheter fixa.

UP Fråga 8: Du gör en stor poäng av förkastandet av teleologiska resonemang a la Aristoteles. Var detta förkastande avsiktligt eller en automatisk följd av det axiomatiska synen? Den grekiska geometrin hade inga teleologiska inslag. Och existerar det någon principiell skillnad mellan teleologisk och logisk? Båda har som syfte att bringa ordning i ett förnimbart kaos.

Newton skrev Principia med Euklides som förebild. Den vetenskapliga ambitionen bestod således i både att förläna den celesta mekaniken matematikens rigorositet och möjligheten att på deduktiv väg komma fram till nya förhållanden. Såsom konsekvenser försvann Aristoteles teleologi och fysikens sanningar, liksom matematikens, blev oberoende av människan, och tillhörande en Platonsk verklighet. (Gravitationen är ett ypperligt exempel på en underliggande verkan i detta fall av nästan mystisk natur).

Newtons bidrag till vetenskapsfilosofin var således att världen inte var kaotisk utan logiskt konsistent ordnad, som sagt i platonsk anda, något som i och för sig kom att ses som anmärkningsvärt (cf. Peirce spekulationer om universums regelbundenhet och Wigners notering om matematikens "unreasonable effectiveness").

CU Svar på UP fråga 8: I detta sammanhang så kan det vara värt att gå igenom Aristoteles krav på en förklaring i form av vad Thomas av Aquinos kallade orsaker (som numera skulle benämnas som perspektiv) i ett försök att förena Aristotelisk filosofi med Kristendomen, där Gud är den yttersta "orsaken". Enligt Aristoteles så krävs det fyra orsaker/perspektiv för att få en komplett förklaring/förståelse om något (låt oss ta den färdiga boken som exempel):

Objektets materia. Ex. Boken består av papper med tryckt text.

Form (design). Ex. Boken har en rektangulär form med lite kraftigare pärm.

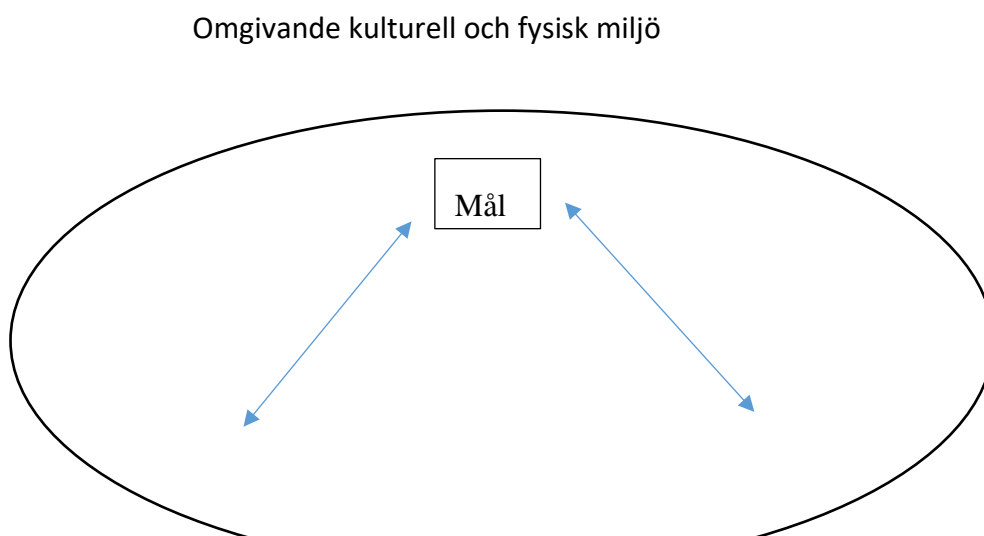
Effektiv "orsak" (vad/vilka processer gav upphov till objektet). Ex. Boken har tryckts av ett tryckeri med text skriven av författarna.

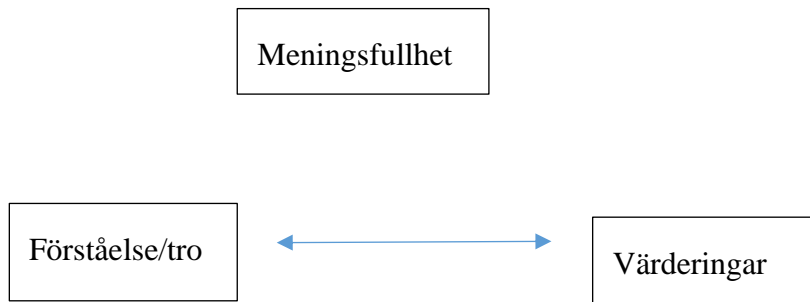
Slutlig "orsak" (syftet/intentionen med objektet, vad det skall användas till = teleologisk orsak). Ex. Jens hade intentionen att skapa en bok om vetenskaplig metod där individer bidrar med erfarenheter ifrån olika forskningsfält, med förhoppningen att detta skall intressera några presumtiva läsare.

Utan den teleologiska orsaken 4) hade det överhuvudtaget inte blivit någon bok och därmed inga punkter 1) - 3). Slutsats, den teleologiska punkten 4) är den viktigaste punkten i en förklaring. Det här stämmer rätt väl när det gäller att förklara fenomen associerade med människans verksamheter, eftersom hon har en simuleringskapacitet, fantasi, att tänka både möjliga och omöjliga världar, samt en fysisk kausal kapacitet att handla utifrån de intentioner hon mentalt skapar, där vi i förbigående noterar att utan denna kapacitet så vore kognitiva funktioner meningslösa. Den teleologiska punkten 4) har dock haft en hämmande inverkan på saker som inte har med människan att göra, d.v.s. det naturvetenskap handlar om (även om naturvetenskapen nu i allt högre grad även ger sig in på att förklara människans biologiska natur) – atomer, molekyler, stenar, rum, tid, etc. har ingen simuleringskapacitet, inga värderingar och kan inte skapa intentioner. Aristoteles misstag, vilket han knappast kan sägas vara ensam om, var att ta människan som förebild för allting annat (vilken mänskligt egotrippad hybris!).

Man kan inte säga att förkastandet av den teleologiska aspekten/perspektivet var en följd av axiomatisering – exempelvis var inte Darwins *On the Origin of Species* axiomatiserad, men i hans evolutionslära finns inga teleologiska element (vi har nu dock kapaciteten att för första gången i livets historia själva styra genetisk utveckling med hjälp av bioteknik, vilket innebär att människans teleologiska förmåga nu inverkar på den biologiska utvecklingen, som därmed för första gången i historien får en viss teleologisk dimension). Förvisso så utgör Aristoteles förklaringsmodell ett försök att "bringa ordning i ett förnimbart kaos", men detta har väldigt lite med modern naturvetenskap att göra – orsakerna här ligger i det förflutna och nuet, inte i simulerade framtider, mål och mänskliga värderingar.

Det kan här vara på sin plats med följande överförenklade skiss för att illustrera mänskligt tänkande:





Människans kognitiva förmåga tillåter oss att ställa upp framtida mål baserade på våra värderingar och vår förståelse – det som är värdefullt är det som tillåter oss att uppfylla våra mål vilka är baserade på vår förståelse/tro om den kulturella och fysiska världen (ovanstående figurs kontext/miljö), där mål, värderingar och förståelse interagerar med varandra för att skapa något som vi känner som meningsfullt och som binder samman mål, värderingar och förståelse. Ursprungligen är mål och värderingar kopplade till kausalt uttryckt beslutsfattande för att främja överlevnad och fortplantning. Men p.g.a. bl.a. människans sociala natur har hon delvis gått bortom dessa biologiskt ursprungliga mål så till den milda grad att hon kan vara villig att offra sitt liv för en (socialt konstruerad) idé/fiktion/berättelse, t.ex. en religion, en politisk ideologi, en "nation".

Ett förtydligande: Principias inledning är inspirerad av Euklides Elementa och därefter följer bl.a. matematiska resonemang som Arkimedes skulle ha kunnat följa (Newton döljer sin integration- och differentialkalkyl, kanske av pedagogiska skäl). Principias stora genomslagskraft berodde inte på axiomatisering utan på dess tydliga koppling till empiri: Newton upprättade en skarp och ofta oväntad korrespondens mellan matematiska strukturer och den fysiska verkligheten (för ytterligare information, se svar till Jens Allwoods fråga 4).

UP Fråga 9: Freuds och Marx teorier var specifika måltavlor för Popper. Ser du i något av dessa fall en "vetenskaplig ansats" ? Skulle delar av det kunna utvecklas eller utgör de i din mening återvändsgränder utan potential?

I båda fallen har vi att göra med slående teoribildningar (med ansatser till de klassiska analys och syntes) som i naturvetenskaplig anda går djupare än det för sinnena uppenbara, men de är inte falsifierbara, d.v.s. de kan inte konfronteras med en empirisk verklighet och därmed utvecklas. Det är signifikativt att i båda fallen är renlärighet av största vikt, liksom inom religionen, men renlärighet åtminstone per se är inte aktuellt i naturvetenskapen.

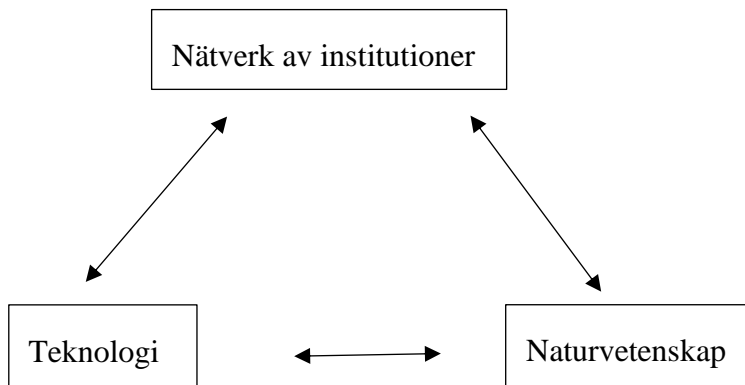
CU Svar på UP fråga 9: Poppers svar var enligt min mening tydliga nog. Freuds psykoanalytiska teori innehåller kanske en del sanningar, men den är ännu inte tillräckligt skarp för att vara falsifierbar, men den har kanske potential att i vissa delar utvecklas (Freuds idéer har varit en viktig inspirationskälla inom modern kognitionsforskning, men frågan är hur mycket av dessa idéer som kommer att finnas kvar) och därmed är den förvetenskaplig. Marx teori hade från början skarpa falsifierbara uttalanden om t.ex. det kapitalistiska samhällets kollaps, men då detta inte skedde lades massa ad hoc (bort-)förklaringar till som gjorde teorin omöjlig att falsifiera, vilket därmed gör teorin postvetenskaplig, enligt Popper.

UP Fråga 10: Kan man lita på vetenskapen? Vad är grunden för övertygelse inom vetenskapen?

Grunden för vår omedelbara (sinnliga) verklighetsuppfattning är det faktum att vi upplever världen genom olika sinnen vilka alla bekräftar varandra. På samma sätt i naturvetenskapen såväl som i matematiken, om något kan verifieras på många olika oberoende sätt, så har själva konsistensen en övertygande kraft som går utöver de enskilda deduktiva tankekedjorna.

CU Svar på UP fråga 10: Frågan är för bred för att kunna besvaras: Vilken vetenskap och vilken del av en given vetenskap? Inom varje disciplin finns det mer eller mindre underbyggda påståenden och nätverk av påståenden.

Ja, en del av grunden för vad vi har skäl att tro på utgörs av ömsesidig bekräftelse av våra individuella sinnen, men minst lika viktigt är att fler människor når samma slutsats, d.v.s., att erfarenheter är konsistent intersubjektiva. Dessutom kan vi erhålla mer trovärdig kunskap genom att kombinera våra sinnen med andra förmågor samt, inte minst, genom samarbete i stora antal över tid skapar vi teknologier som är mycket mer kraftfulla och tillförlitliga än våra sinnen och direkta förmågor (vi brukar t.o.m. ibland prata om den "mänskliga faktorn" när något går fel). Vi kan beskriva denna utveckling skissartat med följande ingredienser.



Med institutioner menar jag formella och informella sociala strukturer/beteendemönster som är tillräckligt stabila för att tillåta spridning och utveckling av kunskap och kompetenser över generationsgränser, t.ex. stater, företag, universitet, olika sociala nätverk, etc., vars verksamheter interagerar med varandra och tillhandahåller den infrastruktur och resurser som möjliggör forskning och utveckling av naturvetenskap och teknologi; institutioner är i sin tur en följd av resurser som skapats av en allt mer naturvetenskapligt beroende teknologi, som dessutom är en drivande faktor för ny naturvetenskap.

UP Fråga 11: Citeringsindex spelar nu en stor roll inom vetenskapen. Vad anser du om detta? Sporrar det till aktivitet i och med det mer eller mindre uttalade tävlingsmomentet? Innebär det en större objektivitet och därmed större rättvisa inom bedömning? Eller kan det rentav snedvrider forskningen?

Traditionell vetenskap skedde på individuell nivå driven av inre nyfikenhet. Vad vi har bevittnat på senare tid är en industrialisering av vetenskapen, där matematiken har lyckats hålla sig undan längst, till en viss del beroende på att den inte har varit så fysiskt resurskrävande, men i och med universitetens expansion och 'publish and perish' mentaliteten som har tagit över universiteten med ökad konkurrens har pressen på publicerade resultat ('meriteringsmakalatur' enligt Peter Luthersson) ökat. Därav har citeringsindex (vars ursprungliga syfte var något helt annat) och biometri kommit att inta en

större och större roll. Traditionellt bedrevs matematisk forskning som inom det medeltida skråväsendet. Denna industriella utveckling, som även har haft politiska konsekvenser (den stora partikelacceleratorn som kärnfysiker drömde om var så resursslukande att den stoppades av den amerikanska kongressen, vilket innebar en stor frustration för en mycket begränsad del av mänskligheten - Steven Weinberg et al).

En annan aspekt av "industrialiseringen" är att forskare blir mer och mer specialiserade och saknar mer och mer filosofisk översikt. Det skulle inte förvåna mig att många forskare inom biokemin skulle kunna vara evolutionsförnekare.

CU Svar på UP fråga 11: Citeringar och bibliometri likt vetenskapliga moden sker både på gott och ont, där dock ont, enligt min mening, överväger. När det gäller den goda sidan så kan det innebära en omdirigering av ändliga resurser till forskningsområden som det är angeläget att utforska. Beträffande den onda sidan kan det leda till ytlighet och en mer eller mindre godtycklig diskurs där dessutom långsiktighet hotas – t.ex. kräver fundamental fysikalisk teori, samt strategiska val och uppbyggnad av experiment, tid för att göra sig verkligt gällande, speciellt när det kommer till deras teknologiska tillämpningars kulturella implikationer.

Slutligen, som jag diskuterat i samband med andras frågor, nyfikenhet är bara en bland många drivkrafter när det gäller vetenskap, men låt mig här nämna makt, något som kanske ses med ett visst obehag när det gäller bl.a. matematikers och naturvetares självbild. Det finns goda skäl att hävda att sociala strukturer och makt är mer betydelsefullt för vetenskaplig utveckling än individers nyfikenhet, illustrerat av följande exempel: Renässansen och efterföljande vetenskapliga revolution var påtagligt beroende av de resurser som genererades av de globala handelsnätverk (och så småningom imperier) som skapades under de stora upptäcktsresornas epok, som var en följd av ekonomiska och politiska motiv, båda associerade med sociala maktstrukturer; notera även kartografiutvecklingen under denna epok, där kartor påtagligt inverkar på maktstrukturer. Vad mer är, upptäcktsresorna medvetandegjorde européerna om att kulturer kunde vara annorlunda än deras egna, något som stimulerade individers vyer och nyfikenhet under och efter renässansen, d.v.s., sociala maktstrukturer inverkar på vad individer är nyfikna på, hur deras nyfikenhet uttrycks, och om de tilldelas de resurser som krävs för att tillfredsställa deras nyfikenhet.

Peter Währborg

A. Kommentarer och frågor till Claes Ugglas

Kommentarer och frågor till Claes Ugglas bidrag "Vetenskaplig metod inom naturvetenskap".

Tack för ett läsvärt och svårgenomträngligt bidrag. Inte så att det är skrivet eller förklarat på ett otydligt sätt, snarare är det ämnet i sig som kräver betydande förkunskap och lärdom för att kunna tillgodogöra sig fullt ut. Jag har några reflektioner från min utgångspunkt som medicinare som jag formulerar i form av frågor till dig.

Du skiljer på *natur- och kulturvetenskaper*. Är detta enbart en begreppsmässigt pragmatisk distinktion eller menar du att det de facto finns en åtskillnad mellan de studerade fenomenen inom de respektive vetenskapsområdena?

Du diskuterar *brus*. Ett mycket intressant fenomen som jag som läkare ofta plågas av genom att stora olikheter kan råda om diagnostik, behandling och inte minst i tolkningen av

”vetenskapliga” resultat. Även fysiken med dess experiment och teoretiska utsagor torde väl drabbas av bias (systematiska fel) och brus (faktorer som försummas inom ett visst noggrannhetsområde, *din def*). Hur värjer sig fysiken mot dessa fel och framförallt kan man värja sig mot ”dolda fel”?

Med fysikaliska händelser finns inget framtida syfte, skriver du och går vidare med Darwins ”Origin of Species” – ”det finns ingen intention med evolutionen, den bara sker”. Jag förstår uppfattningen vad gäller fysikaliska händelser, men inte alls då det gäller evolutionen. Menar du att det inte finns en anpassning i människans och djurens utveckling som låter sig förstås?

Du skriver att ”Poppers *hypotetiskt deduktiva ’metod’* vare sig är en metod eller en hypotes/teori – den är ett normativt metafysiskt ramverk” Att vetenskapliga metoder har ett mått av normativitet i motsats till renodlad deskription är förstås självklart, annars pågick nog inte den mer eller mindre ständiga diskussionen om hur sanning skall sökas. Min fråga gäller då hur en metod skall beskrivas för att inte åtnjuta samma kritik. Är inte de citerade föregångarna i din artikel i samma båt i så fall?

Du använder det intressanta begreppet ”*giltighetsområde*” vid flera tillfällen. Gäller dessa giltighetsbegränsningar såväl sinne- som tankevärlden?

Jag uppskattar mycket dina resonemang som relaterar till Foucault m.fl. som diskuterar *maktens och resursernas inflytelser* över forskningen. Allt fler yttre förhållanden begränsar det fria universitetets utveckling (min uppfattning). Ett skäl till detta kan ju också vara att externa intressenter för forskningen är beroende av den – ekonomiskt, politiskt och kulturellt i dess vidaste mening. Har du någon synpunkt på hur forskning och vetenskap skall bedrivas för att nå längre och med en tillförlitlig kunskapsutveckling?

Till sist. Du skriver ”Att fråga en experimentalist *om metod* blir allt oftare och i allt högre utsträckning som att fråga en person om vilken experimentell utrustning som används och hur denna fungerar”. Det är naturligtvis oerhört betydelsefullt, men vetenskaplig metod handlar i min värld i första hand om hur man tolkar de resultat man erhåller. Självklart spelar det då en roll hur experiment och studier planläggs, hur data insamlas och dess tillförlitlighet osv. Håller du med om detta?

B. Claes Ugglå (CU) svar och svarskommentarer till Peter Währborg (PW)

PW Fråga 1: Du skiljer på natur- och kulturvetenskaper. Är detta enbart en begreppsmässigt pragmatisk distinktion eller menar du att det de facto finns en åtskillnad mellan de studerade fenomenen inom de respektive vetenskapsområdena?

CU Svar på PW fråga 1: Jag menar att det generellt finns de facto åtskillnader i karaktär, förutsättningar och syften mellan de studerade fenomenen inom natur- och kulturvetenskaperna (d.v.s. humaniora och samhällsvetenskap) och framförallt mellan de senare och de fysikaliska vetenskaperna fysik och kemi. Med detta sagt, det finns gråzoner, speciellt inom medicin. Vissa delar av biomedicin är rätt tydligt naturvetenskapligt dominerade, medan andra, där numera medicin sträcker sig ut mot hälsa och omvårdnad, tar ett allt större kulturvetenskapligt uttryck, och det finns även vissa medicinska områden, exempelvis mot kognition rörande t.ex. stress, där det existerar en påtaglig överlappning

mellan natur- och kulturvetenskaper. Inte desto mindre, det är en användbar distinktion som ofta är tydlig.

Fysikaliska objekt som kvarkar och molekyler karakteriseras av ett fåtal, oföränderliga (d.v.s. stabila) och unika egenskaper (även om t.ex. biologiska makromolekyler är komplexa så är dessa polymera molekyler sammansatta av enkla molekyllära byggstenar), till skillnad från vad som gäller för människor, där såväl varje människa som social grupp är unik, föränderlig och komplex.

Kvarkar och molekyler, rum och tid, etc. saknar dessutom flera egenskaper som karakteriserar såväl den enskilda människan som människor i grupp, där dessa egenskaper spelar en avgörande roll för de olika kulturvetenskapernas karaktär, syften och mål. Till skillnad från människor har molekyler och stenar ingen simuleringskapacitet, fantasi, de har heller inget minne och de kan inte kommunicera information till varandra på det sätt vi kan. Dessa mänskliga egenskaper utgör en del av grunden för hur våra värderingar och mål bildas, d.v.s. hur den mänskliga teleologiska dimensionen formas, vilket är centralt för kulturvetenskaperna när det t.ex. gäller tolkning. Inget av detta finns inom de fysikaliska vetenskaperna och inte heller i övriga naturvetenskaper, även om gränsen gentemot vissa delar av biologin ibland är lite mer oklar (vi är visserligen ett djur bland andra djur, men endast vi har förmågan att tillsammans skapa datorer med vilka text kan produceras och sedan skrivas ut med en printer, något som illustrerar att det finns skillnader mellan oss och alla andra djur, där dessa egenskapsskillnader är centrala för många av kulturvetenskaperna).

PW Fråga 2: Du diskuterar brus. Ett mycket intressant fenomen som jag som läkare ofta plågas av genom att stora olikheter kan råda om diagnostik, behandling och inte minst i tolkningen av "vetenskapliga" resultat. Även fysiken med dess experiment och teoretiska utsagor torde väl drabbas av bias (systematiska fel) och brus (faktorer som försummas inom ett visst noggrannhetsområde, din def). Hur värjer sig fysiken mot dessa fel och framförallt kan man värja sig mot "dolda fel"?

CU Svar på PW fråga 2: Systematiska "dolda" fel plågar alla vetenskaper, men de tar sig olika uttryck beroende på studieområdets karaktär. Inom de fysikaliska vetenskaperna försöker man undvika dem genom att bl.a. hitta eller designa situationer där olika fysikaliska skalförhållanden (t.ex. när det gäller storleksförhållanden, massaförhållanden, etc.) överdrivs. Detta innebär dock ingen garanti, som jag i min text illustrerar med t.ex. högenergifysik.

För andra områden med högre komplexitet, där fler faktorer inverkar och där det är svårare att ha kontroll över alla faktorer, krävs det p.g.a. denna situation andra och fler metoder för att undvika dolda systematiska fel (designande av överdrivna skalförhållanden är dessutom ofta omöjligt och ibland irrelevant för vad man vill uppnå); exempelvis lyser dubbelblindade "studier" med sin frånvaro inom fysik. Vad som är gemensamt för många discipliner är att eliminering av dolda systematiska fel kräver att ett fenomen och relaterade fenomen belyses med kvalitativt olika metoder. Historiskt kan vi notera, även inom den moderna fysiken, att dolda systematiska fel endast (någorlunda) säkert elimineras över tid då ett nätverk av olika empiriska informationskällor uppvisar koherenta och konsistenta resultat. Det här är någonting som nu delvis hotas av att allt fler externa faktorer, med typiskt korta tidsperspektiv (t.ex. bibliometri, moden, styrning mot kortsiktiga praktiska applikationer, etc.), inverkar på forskningen.

PW Fråga 3: Med fysikaliska händelser finns inget framtida syfte, skriver du och går vidare med Darwins "Origin of Species" – "det finns ingen intention med evolutionen, den bara sker". Jag förstår uppfattningen vad gäller fysikaliska händelser, men inte alls då det gäller evolutionen. Menar du att det inte finns en anpassning i människans och djurens utveckling som låter sig förstås?

CU Svar på PW fråga 3: Anpassning är centralt för biologisk utveckling och visst något som kan förstås, men detta har inget som helst med intention och syfte att göra (d.v.s. livets evolution/utveckling har inget att göra med teleologisk förståelse, men däremot kan förståelse nås i meningen med att etablera hur saker och ting hänger ihop). Här är en kort förenklad beskrivning av Darwins idéer, nämligen att evolution och naturligt urval huvudsakligen baseras på två fakta och en slutsats:

- (i) Överproduktion och kamp för överlevnad. En lokal population har kapacitet att skaffa mer avkomma än den lokala miljön kan förse med resurser (t.ex. mat och skydd); överproduktion av avkomma och brist på resurser leder till konkurrens om dessa mellan individerna i en population.
- (ii) Individuell variation. Inga individer tillhörande en art är exakt likadana och några individer har egenskaper som överförs från förälder/föräldrar till avkomma som gör dem bättre lämpade för att inhämta livsviktiga resurser i en viss miljö. (i) & (ii) → slutsatsen:
- (iii) Skillnader i reproduktiv framgång. I kampen för överlevnad så kommer de individer med för den aktuella miljön gynnsamma egenskaper ha en större statistisk chans att överleva och reproducera. En del av dessa egenskaper är kopplade till arvsanlag (som vi numera vet är genetiska) vilket medför att andelen gynnsamma arvsanlag i en viss miljö kommer att öka.

Tilläggsantaganden:

Extrapolering i tiden: Det som gäller idag har gällt under forna tider.

Extrapolering mellan organismer: Det som gäller för grupper av organismer man känner till gäller även för okända grupper av organismer

Punkt (iii) visar att naturligt urval (reproduktiv framgång) sker beroende på vad som har hänt historiskt och vad som gäller nu i en viss miljö – det finns inget syfte/intention med detta urval, det bara sker.

Evolution via naturligt urval kan ses som en algoritm, som utgör grunden för datasimuleringar av evolution där teleologiska aspekter lyser med sin frånvaro:

Kopiera, variera och filtrera genom att behålla eller eliminera (gener).

Variation tillåter biologiska system att "utforska" alternativa lösningar, urval ger feedback, sparande tillåter systemet (naturen) att behålla de lösningar som fungerade i en viss miljö (kontext).

Evolution via naturlig urvalsfiltrering är därmed en beräkningsprocess av organismer.

Liv (och i slutändan vår mentala värld) kan följaktligen ses som en sekvens av beräkningar via iterativa feedback- och feedforwardprocesser, som har tagit oss från en icke-biologisk värld

för ca 4 miljarder år sedan med (icke-biologisk) kemisk evolution till enkla encelliga organismer och vidare till t.ex. våra mentala egenskaper (där länkarna mellan de olika stegen för denna utveckling i en ökande takt blir empiriskt allt tydligare). Livets utveckling på Jorden karakteriseras bl.a. av en riktning mot ökad komplexitet (stundtals avbrutet av katastrofala massdödsskeden), men denna riktning är en följd av reproduktion/kopiering, kombinerande, variering och filtrering (av gener och organismer), vilket inte har något med syfte, intention (teleologi) att göra. En ökad komplexitet ger upphov till en ökad mångfald med fler förändringar vilket i sin tur ger fler möjligheter, vilket resulterar i att evolution ger upphov till ytterligare evolution med riktning mot ökad biologisk komplexitet och mångfald, en progression utan intention. Notera likheterna med kulturell evolution med t.ex. medföljande social acceleration, något vi knappast planerar för (även om vi borde göra det), det bara händer.

Slutligen, notera följande likhet med Poppers filosofi: organismer och arter kan ses som testbara teorier om en del av världen (en miljö) där testet är överlevnad eller död och fortplantning eller utrotning, där död och fortplantning kan ses som en falsifikation av organismen/arten som teori om världen.

PW Fråga 4: Du skriver att "Poppers hypotetiskt deduktiva 'metod' vare sig är en metod eller en hypotes/teori – den är ett normativt metafysiskt ramverk ..." Att vetenskapliga metoder har ett mått av normativitet i motsats till renodlad deskription är förstås självklart, annars pågick nog inte den mer eller mindre ständiga diskussionen om hur sanning skall sökas. Min fråga gäller då hur en metod skall beskrivas för att inte åtnjuta samma kritik. Är inte de citerade föregångarna i din artikel i samma båt i så fall?

CU Svar på PW fråga 4: Inom filosofi brukar man göra en logisk åtskillnad mellan "är" och "bör". Inte desto mindre, som du påpekar, vetenskapliga metoder är medel för att söka någon slags sanning/korrespondens om/med den fysiska eller/och den kulturella världen, det som "är", vilket ligger till grund för vår förståelse som interagerar med våra värderingar och mål, d.v.s. det som leder till "bör". Syftet med Poppers falsifikationsfilosofi och "hypotetiska deduktiva metod" är inte att söka specifika sanningar, vilket metoder är inriktade på, istället beskriver den krav på resultat som metoder bör ge upphov till, nämligen formulering av testbara påståenden i meningen potentiellt falsifierbara hypoteser, ingående i en feedbackloop. Man bör här notera att vissa påståenden om en del fenomen är lättare att falsifiera bortom allt rimligt tvivel (något mer är inte möjligt) än andra, något som ofta är förknippat med naturlig avgränsningsbarhet. I sådana fall menar Popper att man måste acceptera att något har falsifierats eftersom vi lär genom att bl.a. erkänna misstag, något som kräver intellektuell hederlighet (vilket exemplifierar hur nära knuten Poppers filosofi är till normativitet). Om man så vill så utgör Poppers falsifikationsfilosofi ett metakravramverk för vetenskapliga metoder.

Enligt min mening är hans filosofi dessutom allt för vag för att kunna kallas för metod, speciellt om man jämför med Galileos fysikaliska metodologiska experimentella reduktionism. Fysikalisk metodologisk experimentell reduktionism är nära kopplad till Kuhns mönsterexempel som, till skillnad från Poppers "hypotetiskt deduktiva metod", behandlar extremt avgränsade "pusselproblem", som alla har ett visst släktskap där ett mönsterexempel i form av en lösning på ett pusselproblem ger insikter om hur man kan skapa och angripa nya

pusselproblem. Dessa pusselproblem innehåller alla ett relativt fåtal ingredienser i påtagligt konkreta sammanhang.

Vad mer är, Galileos fysikaliska metodologiska experimentella reduktionism har inga aspirationer på att vara normativ på det sätt Popper är normativ (även om båda är motiverade av ett sökande efter någon slags sanning). Poppers extrema normativa agenda visar sig speciellt tydlig då han ger sig in på kulturvetenskaperna, något som illustreras av (de engelska) titlarna hos hans tre mest betydelsefulla böcker (notera att även om falsifikation är ett genomgående tema hos Popper så finns det enligt honom väsentliga skillnader mellan natur- och kulturvetenskap: inom naturvetenskap så förordar han djärva hypoteser med motiveringen att detta inte kan åsamka mänskligt lidande (vilket kan ifrågasättas), men när det gäller kulturvetenskaperna så ser han hellre försiktiga avgränsade hypoteser eftersom han hävdar att misstag då det gäller det mänskliga samhället kan orsaka fruktansvärt lidande, d.v.s. han argumenterar för en försiktig reformpolitik):

- The Logic of Scientific Discovery (naturvetenskap, framförallt fysik).
- The Poverty of Historicism (kulturvetenskap).
- The Open Society and Its Enemies (kulturvetenskap)

Poverty, Enemies,... utgör ord med stark emotionell laddning som pekar på en normativitet som sträcker sig långt bortom enbart ett sanningsökande.

PW Fråga 5: Du använder det intressanta begreppet "giltighetsområde" vid flera tillfällen. Gäller dessa giltighetsbegränsningar såväl sinne- som tankevärlden?

CU Svar på PW fråga 5: Nej, jag pratar om fysikaliska matematiska modellers/teoriers giltighetsområden. Detta inkluderar kvantitativ noggrannhet och därmed begreppet noggrannhetsområde, men det innefattar även vilka fenomen en fysikalisk teori säger någonting om. Exempelvis är inte gravitationsvågor möjliga inom Newtonsk gravitationsteori (det finns inte ens någon motivation att fundera över någonting sådant), men de sägs existera och beskrivs av Einsteins allmänna relativitetsteori (de detekterades dessutom 2015). De utgör ett fenomen som är utanför den Newtonska gravitationsteorins förutsägelser om världen, de är bortom vad denna teori kan säga om vad som finns/är giltigt om världen.

PW Fråga 6: Jag uppskattar mycket dina resonemang som relaterar till Foucault m.fl. som diskuterar maktens och resursernas inflytelser över forskningen. Allt fler yttre förhållanden begränsar det fria universitetets utveckling (min uppfattning). Ett skäl till detta kan ju också vara att externa intressenter för forskningen är beroende av den – ekonomiskt, politiskt och kulturellt i dess vidaste mening. Har du någon synpunkt på hur forskning och vetenskap skall bedrivas för att nå längre och med en tillförlitlig kunskapsutveckling?

CU Svar på PW fråga 6: Jag delar din uppfattning. Alla discipliner har behov av långsiktighet, möjligheter till reflektion och metodutveckling, inte minst för att undvika systematiska dolda fel och för att uppnå hållbara, tillförlitliga, metoder och kunskap. Vad vi nu ser är en allt större sammanvävning av universitet med samhällets omgivande institutioner, på gott och ont. I många fall är det av stort värde att universiteten knyts till det övriga samhället, men universiteten har haft en traditionell roll att stå för kunskap och utveckling av kunskap (i Humboldts tradition) som samhället annars inte tillhandahåller, d.v.s. universiteten har stått för ett självständigt komplement till övrig institutionell verksamhet, inte minst när det gäller långsiktighet. Nu håller detta självständiga långsiktiga komplement att i allt högre grad på

många olika sätt att upplösas och ätas upp. Låt mig ta ett exempel. Man anställde för ett antal år sedan ett flertal doktorander vid det universitet jag är verksam vid för att undersöka effekterna av en eventuell regionsammanslagning, något som tidigare hade skötts av andra myndigheter. Till synes innebar detta ett resurstillskott till universitetet, men det resulterade även i att universitetets "fria" medel bands upp på olika sätt, t.ex. genom interna ekonomiska fördelningsmodeller där externa medel belönades med en större andel av de fria medlen, krav på medfinansiering, att doktoranderna fick möjlighet att förlänga sin doktorandtid med undervisning, vilket innebar mindre utrymme för anställning av nya lektorer, etc. Det här är bara ett av många exempel på institutionell sammanvävning där universitetets fria roll undergrävs, allt en konsekvens av människors vilja att göra gott, men inte desto mindre är det ett hot mot tillförlitlig kunskapsutveckling. För ytterligare diskussion om Foucault, se mitt svar till Per Flensburgs fråga 2.

PW Fråga 7: Till sist. Du skriver "Att fråga en experimentalist om metod blir allt oftare och i allt högre utsträckning som att fråga en person om vilken experimentell utrustning som används och hur denna fungerar". Det är naturligtvis oerhört betydelsefullt, men vetenskaplig metod handlar i min värld i första hand om hur man tolkar de resultat man erhåller. Självklart spelar det då en roll hur experiment och studier planläggs, hur data insamlas och dess tillförlitlighet osv. Håller du med om detta?

CU Svar på PW fråga 7: Ja, min kommentar skall delvis tolkas som en kritik i att bl.a. det du nämner (men lägg t.ex. till omedvetenhet om teorifärgning) tenderar att hamna i skymundan (även om jag kanske inte skulle gå så långt som att säga i "första hand" när det gäller fysikaliska experiment, modern teknik är en fantastisk möjliggörare) p.g.a. en stundtals allt för stor teknikblindhet.