Paper from the conference ”Kultur~Natur: Konferens för kulturstudier i Sverige”, organised by the Advanced Cultural Studies Institute of Sweden (ACSIS) in Norrköping 15-17 June 2009. Conference Proceedings published by Linköping University Electronic Press at www.ep.liu.se/ecp/040/.

Postmodern vitalism: från D'Arcy Thompson till Mandelbrot

Fernando Flores
Institutionen för kulturvetenskaper
Lunds universitet
fernando.flores@kultur.lu.se

Man har gett namnet ”vitalister” till de tänkare som tillskriver den levande materian en särskild status. Den särskilda statusen kräver vissa uppoffringar. Vitalismen är tvungen att erkänna ett orsaksbegrepp som avviker markant från det dominerande mekanistiska modellen i det modernistiska programmet. Den vitala ”kraften” eller ”principen”, agerar genom den organiska vävnaden för att orsaka den rörelseform som vi annars kallar ”tillväxten”. Om alla kroppar i universumet är underordnade fysiska lagar (som t.ex. gravitationen) är de levande kropparna också underordnade en annan kraft eller princip som jag har valt att här kalla levitations-principen. De organiska kropparna underordnas också de fysiska lagarna men är i en viss mån dess negation.

Vitalismens dagar inom den vetenskapliga biologin tycks vara en produkt av 1800– talet, men som epistemologi har utvecklats vidare i samband med den postmoderna informationens teknologi och i allmänhet med anknytning till den filosofi, som genererades under 1900– talet i förhållande till datorerna och robottekniken. Inom den allmänna världsföreställningen, överlever vitalismen i futuristiska sagor, som i den filmsagan ”Stjärnornas krig” av filmskaparen Georg Lucas.

Under 1900– talets senare hälft finner vitalismen andra – icke biologiska – utgångspunkter. Långt ifrån biologiska studier och som en konsekvens av de lavinartade framgångar som sker inom områden som informatiken och associerade teknologier, utvecklas efter andra världskriget en vitalism, som finner livet i artificiella kroppar, nämligen i maskinerna själva. Medan den historiska vitalismen alltid har opponerat maskinerna till det levande, gör den nya vitalismen maskinerna till en förutsättning för det levande.

Det plastiska orsaksbegreppet

Det ”plastiska orsaksbegreppet” är min egen benämning till det orsaksbegrepp som fysikerna kallar ”attraktor”. Det plastiska orsaksbegreppet som ”attraktorteori” tog form under 1970-talet och blev känd som *theory of strange attractors*. Det var en del av den tidiga studien av kaosformationer i naturen. Denna teori togs från början med största allvar och upplevde inget större motstånd från forskaretablissemangets sida. Det motsatta ödet upplevde Benoit Mandelbrots *fraktalgeometri* som presenterades som ett nytt angreppssätt av kända ”udda” matematiska funktioner och gjorde inte anspråk att vara ett orsaksbegrepp. Om detta berättar Mandelbrot:

> Those interested in the sociology of science will savour the fact that, while my case studies that linked the mathematical monsters to real physical shapes encountered resistance, the abstract attractors' being monstrous shapes was accepted with equanimity.[1]

Begreppet ”attraktor”, skapades av Henry Poincare när han konstaterade att ”the 'orbits' of non-linear dynamical systems may be ”attracted” to odd sets that I identify as nonlineal fractals.”[2] Det plastiska orsaksbegreppet (attraktorsteori, fraktalteori) är en typisk modern anpassning av arkaiska kosmologier. Man kan lätt känna igen dessa spår i ord som ”strange”, ”kaos” och ”monsterfigur”. Betrakta följande mening av Mandelbrot:

> Every known ”strange” attractor is a fractal […]. Increasing numbers of authors agree with me that for most purposes an attractor is strange, when it is a fractal.[3]

Som på många andra fält inom efterkrigstidens naturvetenskaper, står vi inför en ny syntes av arkaisk och modern världsåskådning. Ordet ”attraktor” har antagligen hämtats från klassisk gravitationsteori där jordens kretslopp runt solen är en typisk förebild. ”Attraktorn” för jordens rörelse runt solen är det elliptiska eller cirkulära kretsloppet. Man antar att dessa geometriska strukturer har en kausal betydelse och att inför t.ex. instabila moment i systemet, kommer attraktorn att återställa balansen efter dess geometriska skepnad. I solsystemets geometri är de väl bekanta euklidiska elliptiska banor de som attraherar jorden till sig. I kaotiska system däremot, som t.ex. i fallet ”turbulens”, är den geometriska underliggande strukturen av fraktaldimension och därför av en mycket större komplexitet. Man kan betrakta attraktorteorin som ett strukturalistiskt kausalitetsbegrepp.

Ordet ”fraktal” introducerades av Benoit Mandelbrot vid 1970-talets slut. Han förenade i ett samlat studiefält en serie matematiska figurer som fram till hans arbete behandlades var för sig. Mandelbrot skapade samtidigt ett nytt geometribegrepp, ett nytt teorietiskt mätinstrument som möjliggjordes av utvecklingen av de första datorerna. Fraktalgeometrin blev ett möjligt projekt när mycket komplexa funktioner kunde ritas. Han skapade begreppet ”fraktaldimension” med vilken man refererar till en icke heltalig dimension. I stället för dimension ett, två eller tre, talar man nu om decimaldimensioner. Föregångare till Benoit Mandelbrot finns bland matematiker och kostnärer. Bland andra Albrecht Düder (1471–1528), Georg Cantor (1845–1918), Giuseppe Peano (1858–1932), David Hilbert (1862–1943), Helge von Koch (1870–1924), Waclaw Sierpinski (1882), Gaston Julia (1893–1978), Pierre Fatou (1878–1929) och Maurits Escher (1902–1972).

1 Benoit, Mandelbrot, 1983. Sid. 193.
2 Benoit, Mandelbrot, 1983. Sid. 194.
3 B. Mandelbrot. 1983. Sid. 197.

Men Mandelbrot går så småningom bort från geometrins gränser och ägnar sig till den nya geometrins ontologiska giltighet. Inspirerade av kaos och attraktors teori använder Mandelbrot fraktalgeometrin med anspråk av dess fysiska giltighet. Det gör han genom att särskilt beröra motionsproblematiken. Han använder fraktalbegrepp för att beskriva både matematiska kurvor som Peanos, Koch eller Cantors funktioner men även för att beskriva den ontologiska strukturen av flera fysiska föremål i t.ex. bilden av galaxernas distribution i Universumet.[4]

Den fråga som blev aktuell för forskarna var den om man borde använda fraktalgeometrin som en renodlad bildteori eller som om dessa avbildningar hade ontologisk giltighet. Att komplexa bilder kan studeras med hjälp av fraktalgeometriska mönster, leder inte till slutsatsen att en fraktalontologisk struktur föreligger. Det skulle vara det samma som att påstå att världen är som den euklidiska geometrin beskriver den. Det samma gäller för rörelsen. Kan man anta att partiklar, som rör sig i fraktalbanor, beskriver en fraktalrörelse? Om så är fallet blir tillväxten som en form av ”zoomingsprocess” och motionen någon form av ”zoomingsmotion” därför att fraktalmotionen inte skulle kunna ha som referenssystem det tredimensionella rummet utan ett fraktalrum. Den här formen av motion skulle ske ”mellan” rumsdimensionerna och inte ”inuti” en av dem.

Komplexiteten hos en fraktal återskapas med hjälp av en teknik som är typisk för datorer: att zooma in och ut en figur i datorns skärm. Denna teknik kallar Mandelbrot för *scaling*. Enligt honom är skalning en typisk upplevelse i den fysiska världen. Den fenomenologiska informationen man får genom att t.ex. se den svenska kusten från en rymdstation är inte densamma som att se den från ett flygplan. Desto närmare man kommer ju rikare blir detaljerna i tinget. Det som var en punkt blev ett hus, ett litet hårstrå omvandlades till en flod, o.s.v. Ändå är tinget det samma enligt vårt metafysiska referenssystem. Vidare menar Mandelbrot att vi bestämmer oss alltid för ett visst perspektiv: vi väljer t.ex. att se Sverige som en plan (som en karta) även om vi vet att ”Sverige” är en tredimensionell del av jorden. Denna anpassning av våra perceptioner kallar han för *effective dimension*. Att zooma sig in i tinget är att utsätta våra perceptioner till en resa mellan fraktaldimensioner. En sammansatt bild av Sveriges karta som kombinerar de fenomenologiska egenskaperna av ett och samma ting som har utsatts för skalning, är en fraktal.

Låt oss t.ex. mäta den svenska stranden längs Öresund. Först bör jag bestämma mig och välja den effektiva dimensionen=(d) (euklidisk) som jag tycker är den minsta möjliga som passar till det objektet som jag betraktar. Det här minimala ”d” är den euklidiska dimensionen i vilken fraktalen kommer att vara *inbäddad* (eller om man så vill den dimensionen som fungerar som utgångspunkt för den bild som ska zoomas). I vårt exempel ovan väljer vi d=2, eftersom vi föreställer oss den svenska kusten som en plan yta. Senare måste vi välja en måttstock för mätningen som ska vara en cirkel av radie l. Man täcker hela den svenska stranden med sådana cirklar tills att man har fått en effektiv täckning av hela ytan. Det är viktigt att antalet N(l) cirklar är de minsta möjliga för den ”zoomnivå” man har valt, dvs. för den valda storleken L av hela bilden. När man har lyckats med att täcka hela den ytan med cirklar upptäcker man att den här täckningen gäller enbart för zoomnivån L, men den gäller inte för L-1 eller för L+1. Om man zoomar ut bilden, blir den svenska stranden mindre och cirklarna för många. Vidare om man zoomar in bilden av den svenska stranden blir denna bild större och cirklarna räcker inte för att täcka hela ytan. Lösningen för att lyckats mäta stranden är att använda sig av grensvärdsbegreppet. Man använder då istället *minskande* cirklar, dvs. cirklar vilkas radie minskar mot 0. Om man gör det, konstateras att strandens längd = L (som är summan av allas cirklars radie l) ökar obegränsat mot oändligheten med den minskande längden av l. Å andra sidan, den ytan = L x L av stranden som man mäter blir mindre och mindre.

4 B. Mandelbrot 1983.

> Therefore, such a curve seems to be definitely much ”longer” than a line but having infinitely small area: it is neither a one- nor a two dimensional object.[5]

Fraktalteoretiker samtycker att betrakta den här paradoxen som väsentlig för fraktalidentifikation. Man kan konstatera att fraktalgeometri är en historisk återblick till Zenons rörelseparadoxer. Om figuren är konventionell (ett traditionellt matematiskt objekt) då är dess dimension en av de tre möjliga euklidiska dimensioner, annars är den en decimal mellan de euklidiska dimensionerna. Det är uppenbart att dimensionsbegreppet är centralt för fraktal teori men frågan är hur man ska tolka det.

Det andra viktiga begreppet för fraktal teori är *zoomsteget*. Man ser omedelbart att antal zoomnivåer (eller upprepningar) kommer att bero på storleken vi anger till zoomsteget. För fysiska objekt finns en övergräns för L (storleken) och en nedre gräns för cirkelns radie l. Om ett fysiskt objekt faktiskt har de fraktalegenskaperna, då är Mandelbrots teori revolutionerande för våra ontologiska uppfattningar om rörelse. I så fall kommer ett rörelsebegrepp att kunna byggas mellan två olika dimensioner, t.ex. mellan en plan och en tredimensionell dimension. Men vilka fysiska egenskaper skulle en sådan motionsform kräva? Om fraktalmotion är möjlig så är Zenons rörelseparadoxer inte paradoxer längre. I loppet mellan Akilles och sköldpaddan, är motionen paradoxal så länge den betraktas som inbäddad i det tredimensionella rummet. Men det paradoxala försvinner om man accepterar att Akilles faktisk kan springa bort från den tredje dimensionen och ”glida ner” mot de två dimensionella planen. På detta sätt kommer han aldrig att nå fram till sköldpaddans position som befinner sig i en annan dimension. En fraktals ”glidning” eller ”sträckning” mellan olika dimensioner kallas i litteraturen för *multifractality*. T. Vicseck skriver:

> The term multifractality expresses the fact that points corresponding to a given type of singularity typically form a fractal subset whose dimension depends on the type of singularity.[6]

Med ”singularity” menar Vicseck:

> We call a function singular in the region surrounding a point x if its local integral diverges or vanishes with a non–integer exponent when the integration size goes to zero.

Dimensionen av en viss underordnad fraktal beräknas med hjälp av en ”measure”, dvs. genom beräkning av sannolikhet för en viss distribution av punkter runt en viss beståndsdel av fraktalen.[7] För övrigt är underordnade fraktaler alltid av mindre dimensionellt mått än den eller de fraktaler de är inbäddade i. Mandelbrot behandlar rörelsebegreppet som följer:

> Imagine a point moving along a Koch half line, taking equal time to cover arcs of equal measure. If we then invert the function giving time as a function of position, we obtain a position as function of time, that is a motion. Of course its velocity is infinite.[8]

Här ser vi att Mandelbrot uppfattar själva spåret som fraktalform medan partikeln inte alls berörs av rörelsen. Han utgår från en *scenariomodell* av rörelsen. Hans motionsbegrepp beskriver mekanisk motion i en oändligt lång bana med fraktalform. Men skulle en partikel kunna röra sig i ett fraktalspår utan att förändra sin egen massa? Om partikelns massa föränd-

5 Vicsek T. 1989, s.11.
6 Vicseck Tamás 1989. Sid. 48.
7 Mandelbrot , B. 1983. Sid.50. ”Kochs öar” är fraktalfigurer skapade året 1904 av Helge von Koch (1870-1924).
8 Mandelbrot , B. 1983, Sid. 40.

ras, då uppträder den egentligen som en *substans* och behovet att skilja mellan partikeln och scenariot (banan) försvinner. Då kan man behandla en fraktalfigur som om den vore identisk med den fraktaldimension som figuren finns placerad i. Man skulle i så fall kunna komma ifrån det stora problemet att bestämma från fall till fall om den fraktalfigur som man förnimmer är själva föremålet som rör sig och bildar en fraktalfigur, eller om fraktalfiguren är banan där partikeln rör sig. I det första fallet är det fråga om *substansens* fraktalform, i det andra fallet, är fraktalen *scenariot* där partiklar åker i. Fraktalbanorna och partiklarna skulle då vara oavhängiga av varandra, en egenskap som skulle passa i de mest klassiska mekanistiska framställningarna.

Fraktalgeometriska utgångspunkter har använts sedan 1980-talet för att studera en av biologins klassiska problem nämligen livets *form*. Detta problem har sin historia som kan relateras bak till Galileo när han i *Dialogues Concerning Two New Sciences* för första gången behandlade problemet.[9] Om man antar att livets ”rörelseform” (tillväxten) är en kombination av de två nyligen beskrivna modellerna (*substansmodellen* och *scenariomodellen*), skulle en ”rörlig” fraktal kunna beskrivas som mycket likt en levande företeelse. Livet skulle kunna uppfattas som sträckningen av en växande punkt både inom det tredimensionella rummet och mellan olika dimensioner. Den ”växande” substansen skulle då undgå fraktalmotion genom tillväxten, samtidigt som i egenskap av mekanisk partikel skulle den följa en fraktalbana mellan rumsliga dimensioner. För en teori om livet som en motionsform (tillväxt) har fraktalteorin med dess fraktalgeometri många intressanta idéer att komma med.[10]

Substans och scenario: moderniteten byggs i Grekland

När man studerar naturfilosofins idéhistoria, stöter man på två huvudtyper av problem: rörelseproblemen i scenariomodeller och förändringsproblemen i substansmodeller. Båda dessa problemtyper framträder mer eller mindre i filosofernas sätt att se på naturen och naturfenomenen men även i all annan form av metafysik, som om de vore en nödvändig förutsättning för själva tänkandet. Förutom i de naturfilosofiska texterna är det mycket lätt att hitta rörelse- och substans definitioner i filosofernas diskussion av t. ex. gudsbegreppet. Så snart som tänkandet har bestämt ett visst metafysiskt drag med hjälp av en för ändamålet skapad kategori, blir den tvungen att beskriva det med hjälp av en av dessa två epistemologiska modeller. En scenariomodell för att förklara rörelse som förändringar i rum och tid och en substansmodell för att förklara rörelse som en förändring hos en substans under en viss tid eller längs en rumsrenhet. Man skulle kunna påstå att det moderna tänkandet bygger just på en precisering av gränslinjen mellan dessa två stora problemområden. Man kan även påstå att naturvetenskapernas utveckling efter andra världskriget går ifrån det här traditionella modernistiska projektet, tillbaka till arkaiska ontologier i strävan efter nya synteser mellan integrerande och analytiska tankeprocesser.

Den modernistiska analytiska processen kan registreras som ett tydligt kännetecken av den grekiska kulturen. Det är viktigt att notera i detta sammanhang, och apropå rörelsebegreppet, att de grekiska filosoferna ända fram till Aristoteles, med begreppet ”rörelse” *kinesis*, menade ”varje form av förändring”. Aristoteles är den förste som tydligt skiljer mellan förflyttning och platsförändring, mellan kvantitativ och kvalitativ förändring samt mellan den förändring som innebär födelse och den som innebär förintelse eller mellan att vara och att icke vara. Det måste också påpekas att även om det vi idag menar med ”rörelse” inte är detsamma som det vi menar med ”förändring”, är det ingenting som hindrade grekerna att betrakta det första

9 Mer om detta längre fram i kapitlet.

10 Se om detta bland andra Hans J. Herrmanns *Growth: an introduction*. I boken *On Growth and Form. Fractal and Non-Fractal Patterns in Physics*. H. Eugene Stanley and Nicole Ostrowsky. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, 1986.

begreppet som en form av det andra. Vår tid har gått några steg längre i modernitetens riktning.

Innan vi börjar diskutera modellernas egenskaper mer ingående kan det vara på sin plats att närma oss problematiken genom några konkreta exempel. Att *substansproblematiken* var central för de första kända naturfilosoferna framgår av de joniska filosofernas verk. Thales, den förste av de joniska systembyggarna, som i den klassiska grekiska kulturen betraktas som den ideale vetenskapsmannen, inledde den västerländska traditionen av substansinriktade metafysiska system. Man vet idag mycket lite om hans undervisning, men så mycket är säkert att hans metafysiska uppfattning innehöll en klart substansorienterad problematik, som han förde vidare till sina efterföljare. Enligt Aristoteles lärde Thales att vatten var den grundläggande substansen, eller *arche*, av vilken alla andra substanser bestod. Man tror att *arche* var Thales eget ord för ”substans” därför att detta begrepp även förekommer hos Anaximander, som var samtida med Thales och den som först vidareutvecklade hans system. Begreppet *arche* var inte lika exakt som vårt moderna substansbegrepp. Det kunde för det första betyda att en substans var *ursprunget* till alla andra substanser men också att en substans var *orsaken* till alla de andra substanserna.

Aristoteles noterade, med all rätt, att den joniska filosofin var den första metafysiska konstruktion som kunde producera ett orsaksbegrepp. Han ansåg också att detta orsaksbegrepp inte framgångsrikt kunde tillämpas på skeendet, därför att det var resultat av en ofullständig orsaksanalys. Enligt Aristoteles inskränkte sig den joniska metafysiken till en beskrivning av den *materiella orsaken*. Här får vi den första intressanta tråden till en förståelse av naturfilosofins vidare utveckling: Aristoteles förvandlade den substansorienterade metafysiken till en metafysik som arbetar med materiella orsaker. Aristoteles påpekade att den materiella orsaken inte kan *orsaka sin egen förändring*. Aristoteles menade att en substansinriktad epistemologisk modell inte kan vara självförverkligande, och det var egentligen vad Thales, Anaximander och Anaximenes också menade. Om en staty är gjord av sten, är inte stenen själv orsaken till statyns tillblivelse utan en annan verkningsform måste vara involverad för att omvandlingen från sten till staty ska kunna äga rum. Här pekade Aristoteles på en mycket viktig egenskap i all substansinriktad föreställning, nämligen denna föreställnings begränsning till en i modellen *immanent* föreställning om sig själv.

Som bekant skilde Aristoteles mellan fyra orsakssorter: den materiella, som först utvecklades av den joniska filosofin, den formella, den verkande och den teleologiska eller ändamålsinriktade. Den formella orsaken var för Aristoteles den orsak som bestämde tingets väsen, och även om han inte ansåg sig se denna orsakssort inom den joniska filosofin verkar det för oss uppenbart att i den klassiska uppfattningen av *arche* ingår både en materiell och en formell betydelse. I vår uppfattning av begreppet ”vatten” ingår en uppfattning av vatten både som materia och som form – i detta fall om man så vill som ”formlöst” eller ”plastisk” –. Utmärkande för all substansinriktad föreställning är just den här kombinationen av form och materia, som alltid är *tingproducerande*. Med andra ord, producerar *vardagsobjekt*. Vi kommer att se hur den här processen upprepas gång på gång från vattnet till *apeiron*, från luften till elden, från enstaka substanser till en mångfald av sådana i en ständig tingproduktion. Om man tittar närmare på vilka motiv som skulle kunna ligga bakom Thales val av vattnet som *arche*, kan man hitta en hel del naturliga relationer som t ex de uppenbara dikotomierna mellan fuktighet och liv, torka och död. Vad jag vill komma fram till är att redan i den modell som sägs kunna förklara hur allting har kommit till impliceras den grundläggande substansens förmåga att uppträda i ett antal olika mellanformer. Substansen uppfattas som den underliggande grunden för dem alla. Man strävar efter en ordning bland världens ting genom att försöka påvisa en identitet mellan dem.

Om vi lämnar Thales ontologi och övergår till Anaximanders, kan vi konstatera en intressant förändring: med *arche* avses nu en abstrakt och obegränsad underliggande substans kallad *apeiron*. Vidare introducerar Anaximander en mekanism för förändring av denna substans, som blivit central i all senare metafysik: han utvecklar teorin att substanserna förändras genom en strid mellan motsatta tendenser. Han beskriver företeelserna i naturen så att de påminner om tingliknande substanser, t ex värme och kyla. Ett annat typiskt drag för den klassiska substansinriktade filosofin är att den framställer all förändring som en förändring i form. *Apeiron* blir på så sätt formellt närvarande i både vatten och luft, värme och kyla. Här är det viktigt att komma ihåg att det inte är fråga om den moderna kemins uppfattning av ett *sammansatt ämne*. Enligt vår mening uppfattades förändringen som en ontologisk interaktion mellan kategorierna.

Anaximenes, den siste av de tre joniska naturfilosoferna, väljer en mer empiriskt baserad metafysik än Anaximander. Han hävdar att den grundläggande substansen är luften. Än en gång uppvisar den valda *arche* egenskaper som tillåter en generalisering. Än en gång får vi ett system som i princip verkar kunna förklara skeendet med förnuftiga argument. Anaximenes inför även andra kriterier, som så småningom kom att ingå i all substansorienterad föreställning: *förtätning* och *förtunning* av substansen som en förklaring till förändring. På detta sätt introducerar Anaximenes indirekt begreppet *densitet*.

Pythagoras, som var Anaximenes' samtida, framlade på de epistemologiska modellernas område en ny formulering av den substansorienterade metafysiken. För Pythagoras och hans efterföljare är den ursprungliga substansen inte en utan många: *talen*. En annan intressant framställning av förändringen hittar vi hos Herakleitos, sammanfattad i de berömda orden: ”Vi både stiger och inte stiger ner i samma floder.” Herakleitos förändringsbegrepp inkluderar motsatsernas kompensatoriska aktivitet som hade förekommit tidigare, men han kompletterar det genom att introducera *kretsloppsbegreppet*. Substansernas olika stadier kommer nu även att uppfattas som *upprepning*.

Om den joniska filosofin kan betraktas som den som först utvecklade en klart substansbaserad metafysik, kan man lika säkert utpeka Parmenides och eleaterna som de som utvecklade den första rörelseinriktade metafysiken. Parmenides hävdade en total frånvaro av *kinesis* och därmed en total frånvaro av både rörelse och förändring. För att underbygga en sådan uppfattning utvecklade han en föreställning om världen som enhetlig, odelbar, homogen och kontinuerlig. Det är paradoxalt att just den första typiskt rörelseinriktade metafysiken försökte förneka rörelsen och förändringen. Den här svårbegripliga beskrivningen av en värld som verkar ha rakt motsatta egenskaper försvarades av Zenon på ett skickligt och särpräglat sätt. Man brukar begränsa analysen av Zenons berömda paradoxer till de logiska implikationerna och glömma den världsuppfattning som de var uttryck för. I en av paradoxerna *föreställs* hur Akilles och sköldpaddan försöker springa ifrån varandra i ett för problemet konstruerat scenario. I en annan *föreställs* hur en pil flyger genom luften. Zenon är kanske den förste som tydligt gör bruk av en ren *scenarioföreställning*, dvs. en föreställning där all förändring placeras i ett oavhängigt rum.

Med atomisternas inträde i den filosofiska debatten stärktes den rörelseinriktade metafysiken ytterligare. Atomisterna förstod att det tomma rummets existens var ett nödvändigt villkor för rörelse och förändring på det metafysiska planet. Av den anledningen koncentrerade de sin kritik till eleaternas uppfattning av världen. Men de hade också insett att några av de logiska slutsatser som Parmenides hade kommit fram till inte kunde ifrågasättas. Atomisternas lösningar kom därför att i viktiga avseenden skilja sig från de lösningar som andra hade prövat före Parmenides. De valde att konstruera en värld bestående av varandra *underordnade nivåer*. Det ting som på en nivå är uppfyllt av varat, genomtränges på en annan av det tomma rummet. Det som inte kunde förklaras på en nivå, förklarades på en annan. Atomisterna presenterar för första gången den skiktade verklighet som vi är så vana vid idag. De antydde redan på detta tidiga stadium att en substansorienterad föreställning alltid kan omvandlas till en scenarioorienterad föreställning och tvärtom.

Skiljelinjerna mellan de olika presokratiska naturfilosofierna försvinner inom det aristoteliska systemets fyra orsaksrelationer, verkande, formell, materiell och ändamålsenligt. Mycket senare, under renässansen eller strax därefter bryts den aristoteliska symmetrin ner med bl. a. Galileos utveckling av den moderna fysiken och senare, under 1700-talet, med Boyles arbete, som bereder vägen för kemin.

Biologins födelse och den plastiska modellen

Om scenariomodellen och substansmodellen är de epistemologiska förebilderna från vilka de klassiska naturvetenskaperna utvecklades (man skulle kunna säga att dessa två vetenskapliga modeller beskriver två former av rörelse eller identitetsförändring nämligen den ena typisk för fysiken, den andra för kemin) är det på sin plats att fråga oss hur dessa föreställningar påverkade studierna av levande företeelser. Studier av levande företeelser kan betraktas vara ett undantag i det modernistiska projektet. Trots många försök lyckades man inte reducera föreställningen av levande materia till en substansmodell eller till en scenariomodell. Försöken fortsätter och har fortsatt än in till våra dagar, men med liknande negativa resultat. Man lyckades isolera icke levande komponenter hos den levande materian och placerade dessa komponenter i en av de klassiska modellerna, men utan att kunna fånga fenomenet i sin helhet. Man kan föreställa sig komplexiteten av situationen med introduktionen av en tredje modell, som kan tänkas vara en kombination av de två primitiva modellerna. Denna tredje epistemologiska uppfattning, var grundläggande för biologins födelse och trots att vara mer eller mindre närvarande i klassisk aristotelisk epistemologi, utformas först under 1700- och 1800-talet.

Den nya föreställningen utgår från att ett tings identitetsförändring kan följa både det substanstypiska och det scenariobaserade förändringsmönstret *samtidigt*, utan att det ena för den skull behöver vara tydligare än det andra. Jag talar inte här om ”rena” respektive ”orena” identitetsförändringar utan om en helt ny förändringsmodell. Den här modellen karakteriseras av att den ”rörliga partikeln” den epistemologiska referensen för rörelsestudierna varken ”rör sig” eller ”förändras” utan ”expanderar” längs rörelsebanan. Partikeln är ett individuellt objekt, men är ändå *kontinuerlig*. Detta slags förändring kallar jag ”plastisk identitetsförändring” just på grund av dess egenskaper. Till den här modellen kan man tillskriva livets metafysiska status i alla föreställningar, från de aristoteliska klassiska genom biologins födelseår under 1800-talet, till teorierna om det artificiella livet under 1900-talet. Den plastiska egenskapen framträder när en partikel som rör sig i ett scenario, samtidigt tvingas förändra sin substans eller också, när en substans i förändring tvingas till förflyttning. Resultatet är *expansionen*.

Tillväxtuppfattningen hos D'Arcy Thompson och Julian S. Huxley

Studiet av tillväxten som en form av förändring leder alltid till en diskussion av mer eller mindre sammansatta individuella rörelser. Detta kan man dokumentera genom att peka på de utgångspunkter som använts av två av de forskare som grundat det moderna tillväxtbegreppet: D'Arcy Thompson och Julian S. Huxley. Låt oss, innan vi kommer in på den moderna vetenskapens behandling av tillväxtbegreppet, börja med en vardaglig definition av detta begrepp:

> Varje tillväxt hos växter är åstadkommen genom organismens egen livsverksamhet bestående volymförstoring. Denna åstadkommes antingen genom en ökning av antalet celler genom celldelningar, embryonal tillväxt, eller också en förstoring av den enskilda cellen, sträckningstillväxt. Hos flercelliga växter alltid genom en kombination av båda formerna.[11]

11 *Svensk Uppslagsbok,* Förlagshuset Norden AB, Malmö, 1954.

Den här skillnaden mellan celldelning och sträckningstillväxt är åtminstone från en kunskapsteoretisk synpunkt mer skenbar än verklig. Om vi funderar en stund på hur en celldelning går till, kommer vi att kunna konstatera att även det här fallet är en form av *sträckningstillväxt*. Celldelningen innebär i grova drag två väsentligen olikartade moment: cellen delas på mitten i två likadana *halvor* och cellhalvorna *växer* sedan till en enhetlig cell. För att uttrycka situationen i all dess komplexitet skulle man kunna säga att det som är svårt att förklara hos cellreproduktionen är hur en *delning* av cellen kan resultera i ett *mångfaldigande* av den. Plasticiteten är här den egenskap som gör processen paradoxal. Celldelning är uppenbarligen en form av dimensionsförändring som påverkar organismens *storlek*. Men till skillnad från fenomenologisk plasticitet, förändras levande vävnader också i dignitet. Mer från uppslagsboken:

> *Längdtillväxt* hos skott och rötter försiggår i vegetationspunkterna i skott och rotspetsars spetstillväxt, eller hos t ex. gräs dessutom även interkalärt vid stammens leder. *Tjocklekstillväxt* äger hos monokotyledoner likaledes rum ehuru i begränsad omfattning, […]. Bladets *yttillväxt* sker genom marginala meristem vid bladbaserna. *Prolifierande* tillväxt prolifikation är den oregelbundna tillväxt i alla riktningar av parenkym, som åstadkommer ansvällningen av frukter och förtjockade lagringsorgan.[12]

I det här fallet nöjer vi oss inte med att säga att det finns en ”ökning” av någon sort, utan understryker att ökningen gäller längden, ytan eller tjockleken. Som vi strax kommer att se, leder studiet av förändringar i storleksordning till iakttagelser beträffande de levande varelsernas morfologi. Den första forskare som uppmärksammade relationen mellan storlek och form var Galileo Galileo, när han skrev:

> Det står alltså klart att om man hos jätten vill behålla samma kroppsproportioner som hos den normalstora människan, måste man antingen hitta ett hårdare och starkare material för benstommen eller acceptera en svagare kropp än hos människor av medellängd; ty om man ökar hans längd utöver ett visst mått, kommer han att störta samman och krossas under sin egen tyngd. Om man däremot gör en kropp mindre, blir den inte i motsvarande mån svagare; det är faktiskt så att ju mindre kroppen är, desto starkare är den relativt sett.[13]

Galileo introducerar en metod som på basis av proportioner tillåter slutsatser angående levande varelsers *form*. Med den här metoden kan man i princip inte säga varför en form har föredragits framför en annan, men man kan absolut säga vilka former som aldrig kan förverkligas. Slutsatserna uppnås genom att jämföra två av en levande vävnads olika dimensioner uppfattade enligt dignitetskriterier. Man jämför t. ex. ett bens längd med dess plansektion eller volym. Sedan studeras hur den här relationen påverkas av förändringar i storlek. Man konstaterar att förändringar i storlek i sin tur orsakar morfologiska förändringar och vice versa. Slutligen kan man sortera bort de former som inte passar till de förändrade villkoren.

D'Arcy Thompson är en av de moderna forskare som har arbetat utifrån Galileos förutsättningar. Hans bok *On Growth and Form* från 1917 är utgångspunkten för hela den moderna uppfattningen av förhållande mellan tillväxt och form. Som trogen efterföljare till Galileo formulerade också D'Arcy Thompson sina idéer i kvantitativa termer. Kärnan i hans metod är användningen av kvantitativa relationer dvs. av *proportioner.* Han studerar sedan analogierna mellan dessa relationer. Proportionen mellan två mängder kan betraktas som måttet på dessa mängders relation. Proportionernas metodologiska värde bygger på att de kan tillämpas på

12 Op.cit. Sid 368.
13 Galileo Galileo. 1954, s. 131.

”konkreta” mängder, som hastigheter, massor eller rumsliga avstånd. Proportionens resultat i sin tur är ett numeriskt värde av ”abstrakt” karaktär. Man kan säga att relationen mellan 10 och 2 är att ”10 är 5 gånger 2” men att uttrycka denna relation som en proportion är att uttrycka sig i precisare termer, därför att 5 är det tal som *mäter* relationen mellan 10 och 2. Proportioner beräknas som aritmetiska divisioner, och detta gör att man ofta förväxlar dem med varandra. Medan en proportion alltid är måttet på en relation mellan termer, är divisionen den aritmetiska operationen med vilken man utför mätningen. Man brukar skriva proportionen mellan a och b som ”a/b” eller som ”a:b”. I ett klassiskt verk presenteras proportioner på följande sätt:

> The degree in which one quantity is greater or less than another; or to put it more precisely, that amount of stretching or squeezing which must be applied to the latter in order to produce the former, is called the *ratio* of the two quantities. If a and b are any two lengths, the ratio of a to b is the operation of *stretching or squeezing* which will make b into a; and this operation can be always approximately, and sometimes exactly, represented by means of numbers.[14]

Det mest intressanta draget i Cliffords definition av proportionalitet är hans införande av begrepp som ”sträckning” och ”komprimering”. Det är i själva verket den här den plastiska egenskapen som Galileo försöker beskriva med kvantitativa medel.

När man likställer två proportioner etableras mellan dem en kvantitativ analogi. Analogin mellan a/b och c/d kan skrivas a/b= c/d men ofta är detta skrivsätt inte det mest adekvata. Om man ska framställa att proportionen mellan ”10 meter och 2 meter” är analog med proportionen mellan ”20 meter och 4 meter”, så finns det kanske inga större invändningar mot att det hela skulle kunna skrivas 10/2=20/4. Analogin i fråga blir 5, och i detta fall är ”5” ett abstrakt mått på relationen. Men om man ska uttrycka analogin mellan ”10/2 meter” och ”20/4 kilogram” är situationen däremot en annan. Även om man kommer fram till samma värde ”5” som mått på proportionen, är detta värde speciellt, därför att ”meter” inte är kongruent med ”kilogram”. I sådana fall kan en annan framställningsform vara mer adekvat t.ex. följande:

$$a|b \propto c|d$$

Kongruensen respektive icke-kongruensen mellan termer i en kvantitativ analogi blir tydligare när man relaterar rumsliga dimensioner av olika *dignitet*. Detta är oundvikligt när man försöker beskriva tillväxtens plasticitet, t ex när man relaterar längder till volymer eller ytor, men också som i exemplet ovan, när man relaterar värden av olika ontologiska kategorier t.ex. rumsliga dimensioner till massor och tider. Man skulle lista ut tre olika typer av inkongruens som i princip kan vara relevanta i det här sammanhanget. Först *inkongruens i dignitet mellan termer*, t ex mellan linjära mått och volymer. Inkongruensen kan i det här fallet neutraliseras genom införande av en proportionskonstant mellan termerna. Man kan utgå ifrån att kvoten mellan de två termerna i proportionen är ett konstant k, och detta kan skrivas:

$$y^n = kx^m;$$

$$(y^n/x^m)=k$$

Konstanten ska införas så att den uttrycker en proportion mellan termerna. För det andra, *inkongruens i storlek mellan termer*. Proportionsrelationer mellan ett objekt och dess kompo-

14 W.K. Clifford. 1955, sid. 88-133.

nenter eller beståndsdelar, t ex mellan ett djurs kropp och något av dess organ. Den här formen av inkongruens kan neutraliseras genom införande av specifika eller ”naturliga” konstanter, dvs. konstanter som gäller för en grupp specifika relationer mellan termer. Konstanten introduceras i litteraturen som en exponent för en av termerna ofta en decimal exponent. För det tredje, *ontologisk inkongruens* t. ex. inkongruensen mellan massor och tider, när livslängden hos ett däggdjur sägs vara proportionell mot djurets massa upphöjd till 1/4. Den här typen av inkongruens kringgås genom att den kvantitativa analogin tolkas som en form av ”empirisk slutledning”. På så sätt kan den här typen av inkongruens reduceras till en av de tidigare formerna.

Som konsekvens av det ovan sagda kan skillnaden mellan kongruens och inkongruens presenteras som skillnaden mellan isometriska likställbara. termer och icke-isometriska termer i en proportionsrelation. I Galileos slutledningsmetod är inkongruensen av den första typen, den som gäller mellan termer av olika dignitet. En redovisning av denna problematik kan man hitta hos D'Arcy Thompson:

> We are taught by elementary mathematics –and by Archimedes himself– that in similar figures the surface increases as the square, and the volume as the cube, of the linear dimensions. […] we mat write the general equations in the form
>
> $[S \propto L^{2}, S=KL^{2}];[VL3, V=K'L^{3}]$
>
> or
>
> $V/S \propto L$ or $V/S = (k/k')L = KL$
>
> where k and k’ are ‘factors of proportion […].[15]

När man försöker beskriva en plastisk företeelse med hjälp av en kvantitativ analogi som i D'Arcy Thompsons exempel ovan, förutsätter man att två inkongruenta termer *i viss grad* är proportionella. Graden av proportionalitet brukar inte vara uppenbar, men man förutsätter att den finns och att den kan uttryckas med hjälp av ett konstant *k*. Det är av vikt att understryka att vi här talar om en proportionalitet som förutsätts *a priori*, oberoende av någon empirisk undersökning. För D'Arcy Thompson innebär införandet av konstanten *k* ingenting speciellt. Han tänker sig problemet ur en pragmatisk vinkel och införandet av aritmetiska konstanter är helt naturligt för honom. Men när de objekt på vilka proportionsrelationen tillämpas är plastiska, framträder bakom den här aritmetiska konstanten ett mycket intressant problem, nämligen problemet att omvandla en ohanterlig situation till en hanterlig, ett problem av den största metodologiska vikt. Genom att reducera inkongruensen mellan termerna reducerar man samtidigt plasticiteten och gör den hanterbar i eukleidiska dimensioner. Denna proportionskonstant *k* kan beskrivas som den faktor som skapar den nödvändiga kongruensen för ”sträckningen eller komprimeringen”. Det här är den punkt som varken Galileo eller D'Arcy Thompson uppmärksammade. Det värdefulla i deras insats var att de vågade behandla levande varelser som vanliga ting och att de tillämpade likformighetskriterier på plastiska företeelser. Begränsningen i deras slutsatser var att de inte förstod att även om metoden är densamma för levande och icke-levande objekt, kan inte slutsatserna vara desamma. Proportionsrelationer är kända ända från matematikens begynnelse. Det viktigaste i Galileos slutledningsmetod -utvecklad och förbättrad av D'Arcy Thompson- var valet av de objekt på vilka metoden tillämpades.

---

15 D’Arcy Thompson, 1966. Sid. 15. Han tänker sig ”V” för volym, ”S” för yta och ”L” för längd.

Den kvantitativa tillväxtanalogin vidareutvecklas

Det var, som sagt, ett vetenskapligt genombrott D'Arcy Thompsons tillämpning av likformighetsläran på morfologiska studier av levande varelser. Men han gick inte längre än till en allmän framställning av problematiken. Betydelsen hos den proportionskonstant *k* som han införde, har att göra med den kvantitativa analogins interna struktur och inte med tillväxtproblematiken i sig. Analogiska slutledningar kan erbjuda den kvantitativa utgångspunkten för det plastiska tänkandet men på logiska grunder. Ytterligare ett steg framåt skulle det vara om man upptäckte ”naturliga” konstanter, dvs. konstanter som är direkt relaterade till de specifika termer som ingår i analogin, i detta fall en konstant som gäller för tillväxttakten mellan två specifika individer. En sådan konstant skulle bidra till att neutralisera en svårare form av inkongruens, den som har att göra med termernas storlek. Utvecklingen av nya metoder för att förstå tillväxtproblematiken fortsatte i Julian S. Huxley verk. Hans utgångspunkt var D'Arcy Thompsons verk, framför allt hans tillämpning av proportioner och kvantitativa analogier på komparativa studier.

> The problem of differential growth is a fundamental one for biology, since, as D'Arcy Thompson especially has stressed 1917., all organics forms, save the simplest such as the spherical or the amoeboid, are the results of differential growth, -whether general growth which is quantitatively different in the three planes of space, or growth localized at certain circumscribed spots.[16]

Huxley var intresserad av att förbättra den kvantitativa metoden för att beskriva tillväxtprocessen:

> My own mathematics are regrettably deficient, but I was able to obtain a simple formula which appears at any rate a first approximation to a general law for differential growth. Among many morphologists and systematists there appears still to linger a distrust of the application of even such elementary mathematics to biological problems. The usual criticism is that the formulae may have a certain convenience, but can tell us nothing new, and nothing worth knowing of the biology of the phenomenon. This appears to me to be very ill founded. In the first place, to have a quantitative expression in place of a vague idea of a general tendency is not merely a mild convenience.[17]

Huxleys formel för komparativa tillväxtstudier presenteras på följande sätt:

> In typical cases, if x be the magnitude of the animal as measured by some standard linear measurement, or by its weight minus the weight of the organ. and y be the magnitude of the differentially- growing organ, then the relation between them is
>
> $y=bx^k$
>
> were *b* and *k* are constants. The constant *b* is here of no particular biological significance, since it merely denotes the value of y when x=1 -i.e. the fraction of x which y occupies when x equals unity. We may call it the fractional coefficient. But the value of *k* has an important meaning. It implies that, for the range over which the formula holds the ratio of the relative growth-rate of the organ to the relative growth-rate of the body remains constant, the ratio itself being denoted by the value of *k*.[18]

---

16 J. S. Huxley. *Problems of Relative Growth*, 1932. Sid. 1.
17 J. S. Huxley, 1932. Sid. 2.
18 J. S. Huxley, 1932. Sid. 4.

I Huxleys formel är *b* den proportionskonstant som studerades i föregående avsnitt. Som Huxley klart uttrycker det, är konstantens funktion att skapa kongruens mellan de jämförda termerna. Men Huxley inför en annan konstant som han kallar för *k* och som presenteras som en fraktalexponent för x.

Låt oss närmare granska Huxleys resonemang. a. Han tänker sig med D'Arcy Thompson att kvantitativa analogier är rätta sättet att jämföra olika tillväxttakter. Han vill jämföra en levande varelses tillväxttakt med tillväxttakten hos en av dess beståndsdelar eller komponenter. Vidare förstår han att sådana slutledningar bör innehålla någon referens till de jämförda objektens specifika tillväxttakter. För att göra det förutsätter han att y:s tillväxttakt låt oss säga ett djurs hela kropp, är lika med tillväxttakten hos ett av detta djurs organ x, upphöjd till k och multiplicerad med b. Detta leder i sin tur till en ny teknik för att bemästra inkongruensen mellan de jämförda termerna. Ett annat viktigt namn inom den moderna allometrin, Stephen Jay Gould, presenterar den nya tekniken på följande sätt:

> The use of these criteria for allometry and isometry requires that the dimensions of x and y be the same. If on the other hand, y is a surface and x a length, then a=2 represents isometry. If Y is a length and x a volume, thenα=1/3 indicates isometry.[19]

Huxley har tillgodogjort sig D'Arcy Thompsons teknik för att neutralisera inkongruens i dignitet samt lyckats utveckla en teknik för att neutralisera inkongruens i storlek. Men även om Huxley tycks ha kraftigt utvecklat den kvantitativa analogin är den filosofiska bakgrunden fortfarande densamma. På samma sätt som för den tidigare forskningen är den kvantitativa analogin ett medel som används enbart för resultatens skull.

Kvantitativa analogier som slutledningsform

Hos D'Arcy Thompson påträffar man begreppen ”ratio” och ”proportion” som centrala begrepp i den metod som han föreslår för en utveckling av den jämförande biologin. Huxley vidareutvecklar det hela så att den enkla analogin kan tolkas som en specifik ”law for differential growth.”[20] Utvecklingen har lett till att den kvantitativa analogin har förlorat sin ursprungliga karaktär av en enkel relation mellan kvantiteter och omvandlats till en form av induktiv slutledning. Den här utvecklingen har lanserat användning av kvantitativa analogier mellan termer som är ontologiskt inkongruenta. Konsekvensen har blivit en mycket friare behandling av den plastiska ontologin, som i litteraturen kan spåras som en rekommendation att inte bry sig om den ontologiska inkongruensen mellan termerna i en kvantitativ analogi.

En av de mest aktiva personer i den forskningsgren som idag går under namnet ”allometri” är W. A. Calder III:

> It turns out that the various scalings are described quite well by the allometric equation:
>
> $y=aM^b$
>
> where *y* is any physiological, morphological, or ecological variable that appears to be correlated with size, in most cases body mass (M) in kg, or m in grams [...]. The exponent *b* is called the scaling factor because it describes the effect of change or difference in body sizes. [...]. The coefficient *a* can be thought of as incorporating all the dimensions necessary for dimensional consistency in the equation – but since in most cases *b* is a decimal fraction, this will be a bit absurd. Equations based simply on observations (empirical equations) are exempted from the dimensional consistency requirement since

19 S. J:Gould, 1965. Sid. 594. Hans referensekvation är $y=bx\alpha$.
20 J. S. Huxley, 1932. Sid. 2.

> they do not express equivalence but merely describe an observed correlation between two quantities.[21]

Eftersom den allometriska forskningen använder sig av ett dimensionsbegrepp som inte skiljer mellan dignitet och storlek, är vår uppgift att närmare försöka granska de olika kategoriernas status. Avgörande för en framgångsrik granskning är att kontrollera om slutledningen jämför ett ting med dess beståndsdelar eller komponenter i jämförelse av *storlek.*, eller om slutledningen i stället jämför abstrakta mått, som skiljer sig från varandra trots att de inte kan underordnas varandra dvs. jämförelse i *dignitet*.

Vissa kategoriers ställning kräver en närmare granskning, t.ex. kategorier som ”massa” och ”tid”. Denna granskning tycks stödja följande tolkning: jämförelse mellan rumsliga kategorier och massa kan ses som jämförelse av *dignitet*. Man förutsätter att en kropps volym är proportionell mot dess massa, och därför blir det naturligt att jämföra längden och ytan med massan. Ekvation (1) blir på detta sätt ekvation (2):

$$(1)\ L=kL^3 \propto (2)\ M=kL^3$$

Besläktade med dessa verkar de analogier vara, som bygger på rumsliga kategorier som storlek, tid och livslängd. Livslängden kan aldrig uppfattas som en beståndsdel eller komponent av de rumsliga kategorierna, eller tvärtom.

En typisk relation i storlek mellan termer är den som av Huxley kallas ”relativ tillväxt”, eftersom denna analogi jämför förändringar hos en kropp med förändringar hos en av dess beståndsdelar. Man utgår ifrån en jämförelse av två kategorier av samma dignitet, t ex längden hos den ena och hos den andra. Inkongruensen kommer in genom deras olika tillväxttakt. Mindre klara är analogier som avviker från en sträng uppfattning av rörelsebegreppet, analogier som jämför termer som implicerar ett vagare förändringsbegrepp, som t ex ”reproduktion”. I detta fall skulle man kunna säga att en analogi mellan kroppens massa i storlek och den reproduktiva förmågan verkar vara en jämförelse mellan kroppens storlek och dess beståndsdelar eller komponenter. Något liknande gäller för analogier som involverar andra specifika kategorier, som t ex ”ämnesomsättning”, ”förflyttning”, ”befolkningsstorlek” etc., för att inte tala om ekologiska termer som t ex ”anpassningsstrategier”. Ju mer analogierna avviker från det stränga tillväxtbegreppet, desto svårare blir det att precisera innebörden av dessa slutledningar. Dimensionsbegreppet uppfattat som termernas dignitet är, som vi närmare kommer att granska, fenomenologiska relationer, som inte kan tillskrivas ontologisk giltighet. Därför är D'Arcy Thompsons proportionskonstant *k* en konstant som skapar kongruens. D'Arcy Thompsons lag tvingar fram koherens i världen, som den *ter sig* för oss.

Huxleys exponentkonstant å andra sidan, skapar *ontologisk kongruens* mellan termerna. Den jämför tinget med sig självt och gör det möjligt att uppfatta relativa förändringar, även om sådana förändringar är inkongruenta ur fenomenologisk synpunkt. Huxley beräknar konstanten på följande sätt:

$$(dx/dt=\alpha xG);(dy/dt=\beta yG)$$

där α och β är specifika konstanter för kroppen respektive det jämförda organet, och G står för de allmänna miljövillkoren samt åldern. Vidare gäller för Huxley att $k=\alpha/\beta$.

Vi har sett att studium av tillväxtrörelsen och förfinande av tillväxtbegreppet har lett forskarna från en form av inkongruens till en annan och slutligen till en mer eller mindre tydlig

21 W. A. Calder III, 1984. Sid. 26-28.

formulering av en mycket fri analogisk slutledningsform. Vad jag skulle vilja säga om den här slutledningsformen får stöd av några ord av Mario Bunge om den vetenskapliga slutledningen:

Slutledningen är övergången från en propositionsmängd till en annan; den första kan uppfattas som mängden av premisser, den andra som mängden av slutsatser. Som andra mänskliga aktiviteter kan slutledningen vara framgångsrik eller misslyckad. Men till skillnad från andra mänskliga aktiviteter kan slutledningen vara korrekt men ändå ofruktbar – som i fallet ”p, därför p”-, eller inkorrekt, men framgångsrik - som i de många fallen av hastiga men trovärdiga slutledningar eller i de fall där man använder analogier i vetenskapliga sammanhang. På samma sätt som korrekta slutsatser inte är bevis på korrekta slutledningsformer, gäller också att formell korrekthet inte kan garantera ett arguments framgång: korrekthet och framgång är oberoende av varandra […]. Vi får leva med det faktum att det i all kulturell verksamhet förekommer och behövs både korrekta och inkorrekta slutledningsformer, och att det även i de mest stringenta vetenskaper kan födas logiska oäktingar, som det skulle vara fel att förneka men som inte heller kan legitimeras.[22]

Analogiska slutledningar - både kvantitativa och kvalitativa analogier bör uppfattas som *normgivande*. När det gäller den kvantitativa analogin, kan det normativa draget identifieras med konstanternas roll. Införandet av en konstant i en relation mellan kvantitativa termer är alltid en form av ingrepp utifrån.

Tre lagar för plastisk förändring

Följande rörelselagar formuleras av mig som preliminära formuleringar, och baseras på det ovan sagda. De här lagarna är statiska till sin natur, i den bemärkelsen att de behandlar rörelsen efter dess konsekvenser på tingets olika mått. Sammanfattningsvis kan man säga att den levande vävnadens tillväxt är den relation som råder mellan två mått hos ett objekt A, när dessa mått presenteras som: inkongruenta i dignitet, inkongruenta i storlek, eller inkongruenta både i dignitet och i storlek. Vidare gäller att det ur metodologisk synpunkt alltid finns två mått i en tillväxtrelation. Den ena kallas *referensen*, den andra kallas det *analogiska*. Lag I och lag II har en mera definitionsmässig karaktär, medan lag III är en empirisk lag.

Lag I, proportionalitetslagen. Ett objekt A, vilkets tillväxt studeras i dignitetsordning, expanderar ett mått y^n (det analogiska) i proportion till ett konstant *k* gånger ett referensmått x^m. Konstanten *k* räknas som kvoten mellan de involverade måtten.

Lag II, den empiriska lagen. Ett objekt A vilkets tillväxt studeras i storleksordning, expanderar ett mått *y*, det analogiska,. i proportion till referens-måttet *x* upphöjd till ett konstant *d* som räknas som kvoten av de respektive måttens logaritmer (L):

$$d = \text{Ln } y / \text{Ln } x$$

Lag III, Huxleys Lag. Ett objekt A växer både i storlek - och i dignitetsordning, och expanderar därför samtidigt enligt Lag I och Lag II.

Form och plasticitet

Vi kan nu försöka föreställa oss Galileos ursprungliga problem och fråga oss hur en levande varelses form är relaterad till förändringar i dignitet och storlek. När man studerar ett objekts form, kan man inte undvika topologiska funderingar. Topologin är en gren av geometrin, som utvecklades först av Descartes och Euler och som inte var tillgänglig för Galileo. Topologin är idag den vetenskap som många vetenskapsmän hoppas på, när det gäller att lösa gåtan om

22 Mario Bunge, 1973. Sid. 860. Min översättning från spanskan.

de levande formerna. Medan geometrin ägnar sig åt studiet av storheter, längd, vinkel, yta etc., studerar topologin (grekiska *topos* = plats) sådana kvalitativa egenskaper hos objektet som är oberoende av varje förändring i objektets form. Viktiga begrepp är t ex : ”insida”, ”utsida”, ”gränser”, ”grannskap”, ”deformation”, ”transformation”, ”sammanhang”, etc. Topologin gör ingen skillnad mellan objekt som enbart skiljer sig åt i fråga om storlek. Två sfärer t ex är topologiskt ekvivalenta, även om deras storlek inte är det. Men storleksrelationer är av största betydelse för studierna av de levande varelsernas form. Detta har redan bevisats av Galileo, i hans klassiska studier om relationen mellan benens form och storlek. Man kan därför bara konstatera att storleksrelationer utifrån topologiska kriterier i princip verkar ha föga att göra med studiet av de levande varelsernas form. Uppenbarligen finns inom topologin en uppfattning av ”storlek” som skiljer sig från den vi hittills har tillämpat. Topologins storleksbegrepp är inte anpassad till plastiska studier där man behandlar situationer i vilka studieobjektet kan befinna sig i olika dimensioner. Kan vi då precisera vårt storleksbegrepp? Värt att understryka är att vi har talat om kongruens mellan objekt av *jämförbar* storlek. Vad vi har menat är att två objekt A och B har jämförbar storlek om det är så att B inte kan ”försvinna” i en jämförelse med A:s beståndsdelar (komponenter) eller tvärtom. Men det finns åtminstone tre andra uppfattningar av storleksrelationer som förekommer i den specialiserade litteraturen. Givna två beståndsdelar (komponenter) *m*, *n* av A kan man mäta m:s relativa storlek i förhållande till *n*. Men också avståndet mellan *m* och *n*. Slutligen även vinkeln mellan *m* och *n* i förhållande till en viss referensaxel.

De här tre storleksrelationerna hos ett ting verkar ha en direkt relation till tingets form, och detta ska jag försöka visa med exempel. För att illustrera det första fallet kan vi tänka på ett djur A, vars huvud är större än kroppen och på ett annat djur B, vars kropp är större än huvudet. De här två djuren kan inte sägas ha samma form. Det andra fallet kan illustreras med ett djur A, vars huvud sitter mycket långt från kroppen (ett djur med lång hals) och ett djur B med mycket kort hals. De här djuren kan inte heller sägas ha samma form. Det tredje fallet kan illustreras med ett djur A, som har huvudet i 90 graders vinkel mot kroppen, och ett annat djur B, som har huvudet i 45 graders vinkel mot kroppen. Här kan man inte heller tala om djur av samma form.

Vad vi har kommit fram till kan sammanfattas på så sätt att storleksrelationer tycks ha inverkan på formen när de påverkar tingets *inre struktur* men inte när de påverkar tingets totala storlek. Topologin sysslar med tingets storlek. Med hjälp av exempel kan visas att totala storleksförändringar hos ett djur A – t ex ökningar i längd, volym eller massa – inte har någon inverkan på djurets form om alla djurets beståndsdelar växer *lika mycket*. Om så inte är fallet, har storleksförändringarna en direkt inverkan på formen. Det är m.a.o. inte den ”totala tillväxten” som påverkar en levande varelses form, utan den ”relativa tillväxten”.

Av de tre angivna storleksförhållandena som gäller tingets inre struktur är det tredje det som tycks vara det mest intressanta. En ”vinkel” uttrycker ju kvoten mellan två längder och därmed också en proportionsrelation. Betydelsen av ett tings vinkelförhållande har redan konstateras av W K Clifford:

> From all this we are led to conclude that shape is a matter of angles, and that identity of shape depends on equality of angle. We dealt with the size of a body by considering a simple case of it, viz. length or distance, and by measuring a sufficient number of lengths in different directions could find out all that is to be known about the size of a body. It is, indeed, also true that a knowledge of all the lengths which can be measured in a body would carry with it a knowledge of its shape; but still length is not itself an element of shape. That which does the same for us in regard to shape that length does with regard to size, is angle. In other words, just as we say that two bodies are of the same size if to any line that can be drawn in the one there corresponds an exactly equal line in the other, so

we say that two bodies are of the same shape, if to every angle that can be drawn on one of them there corresponds an exactly equal angle on the other.[23]

Eftersom livet är förändring (rörelse) och denna rörelse inte kan skiljas från den process vi kallar ”tillväxt”, bör studiet av formen utgå från en analys av formen utifrån tillväxten uppfattad som ”relativ tillväxt”. Som en konsekvens av det sagda kan vi koppla ihop dimensionella relationer i företeelsernas *dignitet* med det hos ett objekt som för oss är fenomenologiskt. Å andra sidan är ett föremåls ontologiska form oskiljbar från studiet av beståndsdelarnas *relativa storlek*.

Världen är skiktad i storleksordningar

Efter *allometrins* resultat kan vi försöka göra en sammanfattning av dess lärdomar. Låt oss försöka precisera vad den plastiska identitetsförändringen är, och vad kan det plastiska orsaksbegreppet tillföra den moderna vetenskapsteorien. Kan den plastiska identitetsförändringen förklara skillnaderna mellan levande och icke-levande företeelser?

Låt oss föreställa oss ett vanligt fyrkantigt bord med fyra ben. Låt oss därefter föreställa oss ett av bordets fyra ben. Om vi kallar den första föreställningen för källföreställning A och den andra för målföreställning B, har vi *separerat* föreställning B ur föreställning A. Först har föreställning B varit en *beståndsdel* av A. Låt oss nu återigen utgå från föreställning A av ett fyrkantigt bord med fyra ben. Låt oss utifrån den försöka skapa en ny målföreställning C av en grupp av bordets atomer. Kan vi som förut säga att målföreställningen C är en av A:s beståndsdelar? Vi bör notera att medan övergången från A till B innebär någon form av *separation* av B från A, innebär övergången mellan A och C i stället någon form av *substitution* av A för C. Jag uppfattar föreställning B som en eller några av A:s *beståndsdelar*, medan föreställning C kan beskrivas som en föreställning av en eller några av A:s *komponenter* även om orden enligt vår vardagliga uppfattning har samma innebörd.. Om vi reflekterar en stund över de två övergångsformerna, kan vi konstatera att föreställning A och B tillsammans bildar *ett pussel*. I detta pussel kan B uppfattas som en pusselbit i A. Föreställning B är en viktig del av det ting vi kallar ”bord”, och som sådan kan denna föreställning inte undgå att direkt eller indirekt implicera B. Med andra ord, kan föreställningen av tinget A mycket väl ”härledas” från föreställningen av B och tvärtom. Man kan säga att A och B är *avhängiga* av varandra. Å andra sidan, för att vi ska veta att C är en föreställning av just A:s atomer, måste någon tredje föreställning vara inkopplad i processen. Det finns ingenting i föreställningen av objektet ”atom” som på något sätt kan implicera föreställningen av objektet ”bord”. Jag betraktar därför inte övergången mellan A och C som av samma sort som övergången mellan A och B. A och C är för mig *oavhängiga* representationer.

Skulle situationen vara annorlunda om det föreställda objektet vore levande? Så verkar vara fallet. Låt oss kalla den föreställning av ett träd för A. Som föreställning B kan vi tänka oss en av trädets grenar. Vi förstår omedelbart att föreställningen av en gren alltid kommer att leda oss till föreställningen av det hela trädet och tvärtom. Som föreställning C kan vi välja en grupp av trädets celler. Vi kan nu återigen ställa oss frågan: Kan föreställningen av C uppfattas som en *beståndsdel* eller som en *komponent* av föreställningen av A? Situationen är nu helt annorlunda, eftersom varje cell bär på en informationsbank som refererar till cellens art och släkte men också till den enskilda individen som sådan. Skillnaden mellan föreställningar skapade efter *separation* och föreställningar skapade efter *substitution* kan inte lika lätt preciseras när föreställningens objekt är en levande företeelse.

23 W. K. Clifford, 1955. Sid. 60.

En levande företeelse kan ”föreställas” på samma sätt som Mandelbrot skapar fraktaler dvs. genom en teknik liknande den som vi beskrev ovan, som zoomingen av en figur in och ut. Men i detta fall ska zoomingen ske ”ontologiskt”. Det reflekterade subjektet ska transporteras till en annan storleksnivå. Denna teknik som Mandelbrot kallar skalning motsvarar vad vi har kallat övergång mellan föreställningar efter substitution. Skillnaden är att i ontologiska termer måste den här zoomingen ske i storleksordningen. Det reflekterande subjektet måste flytta till Gullivers universum. Vanligtvis gör ljuset den resan för subjektet. Den mängd information man får genom att se på ett bord som helhet är inte densamma som man får genom att se på det genom ett mikroskop. Ju närmare man kommer, desto rikare blir detaljerna i tinget. Priset är att det ting vi betraktar inte längre är detsamma. Men här är det fortfarande en resa i digniteten inte i storleken.

De tidigare studerade skillnaderna hos föreställningsövergångar i dignitet och i storlek ledde oss till skillnader mellan *fenomenologiska* och *ontologiska* förändringar (rörelser). Jag menar att medan plasticiteten hos levande företeelser gäller *ontologiskt*, gäller plasticiteten hos icke-levande företeelser enbart *fenomenologiskt*. Fenomenologiskt här betyder *inte* att förändringarna är skenbara. Förändringen (rörelsen) äger faktiskt rum, men *mellan* dignitetsdimensionerna och inte i en och samma dignitet. I vardagen använder vi begreppet dimension när vi refererar till ett tings ”storlek”, men också när vi refererar till ett tings geometriska ”dignitet”. Variationer i *storlek* orsakar inte variationer i *dignitet*. Övergången från en föreställning av ett bord till en föreställning av bordets atomer implicerar inte att man har gått från en föreställning av högre till en av lägre *dignitet* utan övergången har skett i *storleksordningen*. På motsvarande sätt att en planföreställning av ett bord inte är ”mindre” än själva bordet. Här har förändringar skett i digniteten och inte i storleksordningen. Därför är det viktigt att skilja dimensionsövergångar som sker efter storlek från sådana som sker efter dignitet. Icke-levande företeelser kan uppfattas som plastiska om dimensioner tolkas som digniteter. En icke-levande företeelse är då *dignitetsplastiskt*.

De levande företeelsernas plasticitet beror i stället på dimensionsförändringar i storlek, dvs. förändringen (rörelsen) sker i en och samma dimension men *i djupet*. Vi kan tänka oss ett slags bevis för att icke-levande företeelser inte kan vara ontologiskt plastiska. Vi påstår att om så vore fallet, skulle Zenons rörelseparadoxer också vara ontologiskt giltiga.

Fenomenologisk plasticitet är vi vana vid genom vår användning av moderna tekniska hjälpmedel. När vi använder ett mikroskop gör ljuset resan ”åt oss” mellan storleksdimensionerna. Våra ögon omvandlar en resa i storleksordning till en föreställning i dignitetsordning: vi ser en ”bild” av det som ljuset ”upplever”. Ljusvågorna, liksom många andra fenomen, kan användas som förmedlare därför dess natur sträcker sig över flera storleksdimensioner. Av den anledningen kan ljuset betraktas vara en sortens *storleksfraktal*. Vad vi vill understryka är den avgörande skillnad som råder mellan att t. ex. *se* en vattendroppe genom ett mikroskop och att flytta oss själva till en vattendroppes storleksnivå. När vi talar om plastisk förändringsform, bör vi kunna skilja mellan att förnimma ett objekt på olika zoomingsnivåer med hjälp av teknologi som ökar vår perceptionsförmåga och att flytta själva objektet mellan olika storleksnivåer.