

INNEHÅLL

Prolog	11
--------	----

DEL ETT: BEGYNNELSEN

Från klädsåpet till grottan	21
Se i mörker	31
En tydlig spegelbild	47
Fram och tillbaka igen	59
Ett stygn i tiden	71
Verklighetens skuggor	89
Ett universum märkligare än dikten	103
En rynka i tiden	119
Sönderfall och skrot	137
Härifrån till oändligheten: ljus över solen	151

DEL TVÅ: UTTÅGET

Desperata tider och desperata lösningar	167
Titaner på marsch	179
Oändlighetens skönhet och symmetriens revansch	197
En kall, hård verklighet	213
Livet inuti en supraledare	223
Varats uthärdliga tyngd: bruten symmetri, fixerad fysik	235

DEL TRE: UPPENBARELSERNA

Fel plats vid rätt tillfälle	245
Dimman lättar	255
Äntligen fri	267
Ett rubbat vakuum	289
2000-talets gotiska katedraler	301
Fler frågor än svar	319
Från en ölfest till tidens ände	335
Epilog: Kosmisk ödmjukhet	349
Tack	355
Register	357
Om författaren	363

Det svåraste av allt är att se rätt.

J.A. Baker, *Pilgrimsfalk*

I begynnelsen blev ljuset till.

Men inte nog med det: det blev gravitationen också.

Och sedan brakade helvetet löst ...

Ja, så skulle man kunna börja berättelsen om det mänskliga intellektets hittills största äventyr. Berättelsen handlar om vetenskapens strävan att uppenbara verkligheten bakom världen som vi upplever med våra sinnen, ett företag som krävt att själva höjden av mänsklig skaparkraft och intellektuellt mod mobiliserats, och det i en global omfattning som saknar motstycke. Det hade varit omöjligt om inte viljan funnits att bortse från alla sorters övertygelser, förutfattade meningar och dogmer – vetenskapliga såväl som andra. Berättelsen är späckad med dramatik och överraskningar. Den spänner över mänsklighetens hela historia, och märkvärdigast av allt är att den nu aktuella versionen inte på något sätt är slutgiltig, utan bara ännu ett utkast.

Det här är en berättelse som förtjänar betydligt större spridning. I västvärlden har delar av den redan bidragit till att långsamt ersätta myterna och vidskepelsen som mer oupplysta samhällen fann tröst i för hundratals eller tusentals år sedan. Ändå hän-

der det, på grund av filmregissörerna George Stevens och David Lean, att den judisk-kristna bibeln beskrivs som ”världens största berättelse”. Det omdömet är häpnadsväckande eftersom Bibeln som litterärt verk betraktat, också med hänsyn tagen till allt sex och våld, och inslagen av poesi i Psaltaren, knappast kan anses mäta sig med lika mustiga men mindre våldsamma grekiska och romerska epos som *Aeneiden* och *Odysseen* – även om den engelska översättningen av Bibeln har bildat mönster för många senare böcker. Oavsett vilket: som vägledning för att förstå världen är Bibeln så motsägelsefull och förlegad att det är patetiskt. Och det vore fullt befogat att hävda att den som vägledning i mänskligt beteende till stora delar är närmast stötande.

Inom vetenskapen är ordet *helig* en hädelse i sig. Inga uppfattningar – religiösa eller andra – tillåts passera fritt. Av den anledningen nådde mänsklighetens historia inte sin högsta punkt när en profet offrade livet för tvåtusen år sedan, och inte heller när en annan profet dog sexhundra år senare. Berättelsen om vårt ursprung och vår framtid fortsätter att berättas. Och den blir bara mer och mer intressant – inte på grund av några uppenbarelser, utan för att vetenskapens upptäckter ständigt leder vidare framåt.

Tvärt emot många allmänna uppfattningar rymmer den här vetenskapliga berättelsen både poesi och djup andlighet. Dock har den andligheten den goda egenskapen att vara knuten till verkligheten, och den har inte heller kommit till främst för att våra förhoppningar och drömmar ska bli uppfyllda.

Det vi har lärt oss när vi utforskat det okända, vägleda av beviskraften i experiment och inte av våra egna önsningar, inger ödmjukhet. Femhundra år av vetenskaplig forskning har befriat mänskligheten från den ofrivilliga okunnighetens bojar. Med det perspektivet – hur kosmiskt förmädat är det inte att hävda att universum skapats för vår existens skull? Hur närsynt är det inte att anta att det universum som vi upplever är typiskt för universum genom all tid och allt rum?

Den antropocentrismen har fått ge vika inför vetenskapens berättelse. Vad kommer i dess ställe? Har vi förlorat något längs vägen, eller har vi – vilket jag kommer att hävda – vunnit något ännu större?

Jag sa en gång i ett offentligt sammanhang att vetenskapens uppgift är att få människor att känna sig otrygga. För en kort stund ångrade jag att jag sagt så, eftersom jag blev orolig att det skulle skrämma bort folk. Men att känna sig otrygg innebär en fördel, inte ett hinder. Människans hela utvecklingshistoria har rustat våra hjärnor att känna sig trygga med föreställningar som hjälpt oss att överleva, till exempel barns naturliga tendens att anta att objekt finns till för att tjäna ett ändamål och den mer allmänna tendensen att antropomorfera – att tillskriva livlösa objekt handlingsförmåga – eftersom det förstås är bättre att felaktigt uppfatta ett livlöst objekt som ett hot än ett hot som ett livlöst objekt.

Evolutionen har inte rustat våra hjärnor att fullt ut begripa långa och korta tidsrymder eller korta och gigantiska avstånd som vi inte kan uppleva direkt med våra sinnen. Det är därför inte att undra på att den vetenskapliga metodens märkvärdiga upptäckter evolutionen och kvantmekaniken i bästa fall går stick i stäv med intuitionen och i värsta fall kan förflytta de flesta av oss en bra bit utanför vår trygghetszon.

Det är också det som gör världens största berättelse så väl värd att berätta. De främsta berättelserna utmanar oss. De får oss att se oss själva på ett annat sätt och rucka på bilden av oss själva och vår plats i kosmos. Det gäller inte bara den främsta litteraturen, musiken och konsten. Det gäller också vetenskapen.

I det avseendet är det olyckligt att det ofta beskrivs som att ”tappa tron” när forntida föreställningar ersätts av modern vetenskaplig upplysning. Hur mycket större är inte berättelsen som våra barn kommer att kunna berätta jämfört med den som vi själva berättat? Nog är det vetenskapens största bidrag till civilisatio-

nen: att se till att de främsta böckerna inte tillhör det förflutna, utan framtiden.

Varje storslagen berättelse har ett moraliskt budskap. Av vår berättelse framgår att vi genom att låta kosmos vägleda oss på vår empiriska upptäcktsfärd kan tillföra oss själva en inre styrka som tar det allra bästa som mänskligheten har att erbjuda i anspråk. Det kan ge oss hopp inför framtiden genom att låta oss möta den med öppna ögon, och med de redskap som krävs för att vara aktivt delaktiga i den.

• • •

Min förra bok *Ett universum ur ingenting* beskrev hur de revolutionerande upptäckterna under de senaste hundra åren har ändrat vår syn på det växande storskaliga universum. Den förändringen har fått vetenskapen att mer direkt börja ta sig an frågan varför det finns någonting snarare än ingenting – som förr var religionens område – och omarbete den till något mindre solipsistiskt och ur handlingssynpunkt mer användbart.

I likhet med *Ett universum ur ingenting* har den här berättelsen sitt ursprung i en föreläsning jag gett, i det här fallet vid Smithsonian Museum i Washington. Den väckte viss uppståndelse då, och det fick mig att än en gång gå vidare med tankegångar som jag börjat utveckla i ett offentligt sammanhang. Fast i den här boken utforskar jag den andra änden av vårt kunskapsspektrum och dess lika starka återverkningar på vårt förhållningssätt till uråldriga frågor. De senaste hundra årens genomgripande förändringar av vår syn på naturen i dess minsta beståndsdelar ger oss möjlighet att på liknande sätt ta över den lika grundläggande frågan varför vi finns till.

Vi kommer att upptäcka att verkligheten inte är vad vi tror. Under ytan finns märkliga, kontraintuitiva och osynliga inre mekanismer som kan utmana våra uppfattningar om vad som är

rimligt och inte i samma grad som ett universum som uppstår ur ingenting kan göra.

Och i likhet med slutsatsen jag drog i min förra bok är den yttersta lärdomen av historien jag tänker berätta här att det inte finns någon egentlig plan eller avsikt med världen vi råkar leva i. Vår existens var inte förutbestämd utan framstår som en besynnerlig tillfällighet. Vi balanserar på en gungbräda vars tyngdpunkt ytterst bestäms av fenomen långt under den nivå vi upplever med våra sinnen, fenomen som inte på något sätt är beroende av huruvida vi finns till eller inte. I det här avseendet hade Einstein fel: "Gud" *tycks* spela tärning med universum, eller multiversum. Och så här långt har vi haft tur. Men precis som när man spelar tärning på kasino, så varar den turen kanske inte för evigt.

• • •

Mänskligheten tog ett stort steg mot moderniteten när det började gå upp för våra förfäder att universum rymmer mer än det som ögat ser. Den insikten var förmodligen ingen slump. Behovet av en berättelse som går utöver och begripliggör vår egen existens tycks finnas inbyggt i oss och hade förmodligen stor betydelse för framväxten av religiös tro i tidiga mänskliga samhällen.

Berättelsen om den moderna vetenskapens framväxt och separation från vidskepelsen, däremot, beskriver hur naturens dolda faktum uppdagades med hjälp av förnuft och experiment genom en process där till synes disparata, egendomliga och ibland hotfulla fenomen slutgiltigt kunde konstateras ha samband med varandra, strax under den synliga ytan. De här sambanden drev i slutänden bort trollen och älvorna som frodats bland våra förfäder.

Upptäckten av samband mellan det som annars framstår som disparata fenomen är, mer än någon annan enskild indikator, kännetecknande för vetenskapliga framsteg. Det finns många

klassiska exempel, bland annat Newtons koppling mellan månens omloppsbanan och ett fallande äpple, Galileis insikt att de mycket skiftande beteenden som observerades hos fallande objekt dölde det faktum att de i själva verket faller lika fort mot jordens yta och Darwins storartade slutsats att mångfalden av liv på jorden kunnat uppstå från en enda föregångare genom den naturliga urvalets enkla process. Inget av dessa samband var särskilt uppenbart på förhand. Men sedan det kommit i dagen blir det tydligt och närmast självklart – det skapar en ”aha”-upplevelse av förståelse och igenkänning. Man undrar nästan varför man inte kom på det själv.

I vår moderna beskrivning av naturens mest fundamentala beståndsdelar – standardmodellen, som den kommit att heta – finns ett överflöd av samband, samband som ligger mycket långt från de vardagliga erfarenheternas värld. Så långt, faktiskt, att det är omöjligt att i ett enda steg ta språnget att föreställa sig dem utan någon form av grund att utgå ifrån.

Det är knappast överraskande att ett sådant samlat språng inte heller har gjorts någon gång i historien. En serie märkvärdiga, oväntade och till synes fristående samband har visat sig och skapat den samlade bild vi har i dag. Den matematiska konstruktion som framträtt så här långt är så rikt utsirad att den nästan ter sig planlös. Att en oinvigd som får höra talas om Higgsbosonen, eller den storförenade teorin för naturens krafter, skulle reagera med ett ”aha” är det minst sannolika man kan tänka sig.

För att nå förbi verklighetens ytlager behöver vi en berättelse som knyter den kända världen till de djupaste skrymslena i den osynliga värld som finns överallt omkring oss. Den dolda världen är omöjlig för oss att förstå utifrån intuitiva bedömningar som bygger enbart på direkta sinnesintryck. Det är den berättelsen jag vill förmedla här. Jag vill visa vad mysterierna i gränslandet för vår kunskap om rummet, tiden och krafterna som verkar inom dem kretsar kring. Syftet är inte att utmana eller provocera i onö-

dan utan att sporra dig, på samma sätt som nya upptäckter har sporrat fysikerna själva och förmått dem att gå vidare till en ny verklighet, som är oroande och upplyftande på en och samma gång.

Våra allra senaste upptäckter om naturens grundläggande byggstenar har på ett kusligt sätt rubbat föreställningen om det ofrånkomliga med vår egen närvaro i universum. De ger också belägg för att framtiden definitivt kan bli väsentligt annorlunda än vi kanske föreställt oss, och de bidrar dessutom till att ytterligare reducera vår kosmiska betydelse.

Kanske skulle vi helst vilja förneka den här jobbiga, besvärande verkligheten, detta opersonliga, slumpartade universum – fast om vi ger det en annan inramning behöver vi inte alls känna oss nedslagna. Ett ändamålslost universum, vilket såvitt jag kan se är vad det faktiskt handlar om, är betydligt mer spännande än ett universum ämnat just för oss, eftersom det innebär att existensmöjligheterna är så mycket mer skiftande och långtgående. Så uppfriskande att inse att det finns en exotisk mångfald att utforska, med lagar och fenomen som vi förut knappast kunnat drömma om, att försöka reda ut erfarenhetens knöliga motsägelser och söka efter någon sorts bakomliggande ordning. Så fascinerande att upptäcka den ordningen och att foga ihop en sammanhängande bild av universum vars proportioner ligger fjärran från dem som vi någonsin kan uppleva direkt via sinnena – en bild som vävs samman tack vare vår förmåga att förutsäga vad som ska hända härnäst, och den därav följande förmågan att kontrollera vår omgivande miljö. Vilken tur att vi fått vår korta stund i solen. Och för varje gång vi upptäcker något överraskande och tidigare okänt, blir berättelsen ännu lite bättre.

DEL ETT: BEGYNNELSEN

FRÅN KLÄDSKÅPET TILL GROTTAN

*Enfald är den oerfarnes smycke,
den kloke bär kunskapens krona.*

Ordspråksboken 14:18

I *min* begynnelse blev ljuset till.

Säkert fanns det ljus vid tidens början, men innan vi kan ta oss an tidens början behöver vi utforska vår egen början, vilket också innebär att utforska början för vetenskapen. Och det innebär att gå tillbaka till det yttersta motivet för såväl vetenskap som religion: längtan efter *något annat*. Något utöver det universum som vi upplever.

För många människor omsätts den längtan i något som ger universum ett syfte och ett ändamål och vidgas till en längtan efter en annan, dold sfär som är *bättre* än världen vi lever i, där synder blir förlåtna, smärta inte finns och döden inte existerar. Andra, däremot, vill söka sig till en dold sfär av helt annat slag: den som har att göra med den fysikaliska värld som ligger utom räckhåll för våra sinnen, världen som hjälper oss att förstå hur saker kan uppföra sig som de gör, snarare än varför. Den här gömda världen ligger till grund för det vi upplever, och kunskapen om den ger oss makt att ändra våra liv, vår omgivande miljö och vår framtid.