

Konferensrapport

Geners effekt på människors och djurs beteende

Populär- och tvärvetenskaplig konferens
13 oktober 2005 i Riksdagen

Moderator
Bengt Westerberg





FÖRORD

Geners effekt på människors och djurs beteende var temat för en populär- och tvärvetenskaplig konferens i Riksdagshuset den 13 oktober 2005. Konferensen anordnades av Gentekniknämnden tillsammans med Center of excellence in Developmental Biology (CEDB), Forskningsrådet för arbetsliv och socialvetenskap, Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Hjärnfonden, Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, Kungl. Skogs- och lantbruksakademien, Kungl. Vetenskapsakademien, Sällskapet Riksdagsmän och Forskare, Wallenberg Consortium North, Vetenskap & Allmänhet och Vetenskapsrådet.

Rapporten består av en sammanfattande text, skriven av Sören Winge, vetenskapsjournalist tel 018-366279. Textens innehåll har faktagranskats och godkänts av föreläsarna.

Ytterligare information om forskarnas arbeten kan i många fall hämtas från:
National Library of Medicine – PubMed.
Webadress: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Föredrag/Talare		Sid
1	Inledningsanföranden Majléne Westerlund Panke, ordförande, Rifo Gunnar Björne, ordförande, Gentekniknämnden	5
2	Föredrag	5
2.1	Vardagsperspektiv Nils Uddenberg, etiskt sakkunnig, Gentekniknämnden	5
2.2	Genetiska basfakta och epigenetik..... Ulf G Pettersson, professor, inst. för genetik och patologi, Uppsala universitet	8
2.3	Hjärnan och hjärnans utveckling Hugo Lagercrantz, professor, inst. för kvinnors och barns hälsa, enheten för neonatologi, Astrid Lindgrens barnsjukhus och Karolinska Institutet	9
2.4	Hjärnans belöningssystem Lars Olson, professor, inst. för neurovetenskap, Karolinska Institutet & Hjärnfonden	10
2.5	Djurens beteende - gener som arkitekter och miljön som byggarbetare..... Per Jensen, professor i etologi, biologiavdelningen, Linköpings universitet	11
2.6	Frågestund	13
2.7	Den unika människan Hans Ellegren, professor, Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet	13
2.8	Människans kulturella evolution..... Magnus Enquist, professor, zoologiska inst., Stockholms universitet	14
2.9	Selektionen i samhället - arv och/eller miljö..... Robert Erikson, professor, inst. för social forskning, Stockholms universitet	15
2.10	Frågestund	16
2.11	Socialt beteende..... Nancy Pedersen, professor, inst. för medicinsk epidemiologi och biostatistik, Karolinska Institutet	17



INNEHÅLLSFÖRTECKNING (forts)

Föredrag/Talare	Sid
2.12 Antisocialt beteende Paul Lichtenstein, docent, inst. för medicinsk epidemiologi och biostatistik, Karolinska Institutet	17
2.13 Beteende ur ett molekylärbiologiskt perspektiv Juha Kere, professor, inst. för biovetenskaper vid Novum, Centrum för bioteknik, Karolinska Institutet	18
3 Avslutning - etisk reflektion Gunilla Bolinder, överläkare, utbildningsansvarig FoUU-ledningen, Karolinska Universitetssjukhuset	19



1 INLEDNINGSANFÖRANDEN

– Jag ser dagen som en fortsättning på en diskussion som mänskligheten har fört länge, inledde Majléne Westerland Panke, ordförande i Sällskapet riksdagsmän och forskare, sina välkomstord.

– Redan de gamla grekerna förde djupa diskussioner om Gud styrde människans liv eller om människan hade en fri vilja. Diskussionen om detta har fortsatt, först ned till frågan om arvet och nu ned till generna.

– Jag tror inte att vi kommer att få ett svar på den här frågan i dag, men jag tror att vi kommer att ha fått en del nya infallsvinklar när den här konferensen är slut.

Gentekniknämndens ordförande Gunnar Björne gick också tillbaka till antikens Grekland.

– Redan de gamla grekerna var inne på att det fanns saker som var förutbestämda och andra som vi kan påverka. Debatten har fortsatt. Ibland har den handlat om arvet, ibland om miljön. I dag tror vi att det är ett samspel mellan arv och miljö. Frågan är vad vi tror om 25 år?

Med dessa välkomstord lämnade han över ansvaret till dagens moderator, Bengt Westerberg, som bl.a. är ordförande i Vetenskapsrådet.

2 FÖREDRAG

2.1 Vardagsperspektiv

Inledare var professor Nils Uddenberg, etiskt sakkunnig i Gentekniknämnden, som talade under temat Gener och beteende - några vardagsreflexioner. Nils Uddenberg visade hur pendeln har svängt under de senaste 50 åren med exempel ur sin egen yrkesverksamhet.

– Jag började mitt första vikariat i slutet av 1960-talet på psykiatriska kliniken i Lund. Kliniken hade ett etablerat gott rykte som forskningsinstitution. Ända sedan den gamle psykiatriprofessorn Henrik Sjöbrings dagar på 1930- och 1940-talen hade man intresserat sig för de ärftliga faktorerna bakom olika psykiatriska störningar. Institutionen hade byggt upp ett stort tvillingregister, som flera av kliniken forskare hade utnyttjat när de skrev sina avhandlingar.

– Om jag hade tittat lite längre tillbaka - fast det gjorde jag knappast på den tiden - så hade jag kunnat konstatera att dåvarande professorn Erik Essen-Möller var son till den välkände gynekologiprofessorn Elis Essen-Möller, en av arkitekterna bakom den senare så kritiserade steriliseringslagen. Forskningsmetoderna på kliniken (tvillingstudier, undersökningar av stamträd, korrelationsberäkningar och andra statistiska metoder) kunde faktiskt föras tillbaka till den gamla rasbiologin.

– Nu vill jag inte anklaga mina gamla kollegor på psykiatriska kliniken för att ha varit rasbiologer. Det var de verkligen inte. Och de förnekade inte miljöns betydelse för den psykiatriska sjukligheten. Men det var självklart för dem att det genetiska arvet spelade en avgörande roll för hur människor kände, tänkte och



reagerade på olika utmaningar. Och inte minst: Det var detta sätt att studera psykisk sjukdom som uppfattades som mest "vetenskapligt".

– Men tänkandet inom psykiatrin skulle snart ändras radikalt. Omkring 1970 blev klass, kön och uppväxtförhållanden de förlösande orden. Min egen avhandling från 1974 speglade detta nya sätt att tänka. Jag undersökte hur kvinnor mådde när de väntade och nyss hade fött sitt första barn och satte detta i samband med deras egna uppväxtförhållanden och sociala situation. Jag kände mig ung, modern och revolutionär. Precis som Gustaf Jonsson tyckte jag mig kunna peka på "ett socialt arv".

– Men pendeln skulle svänga igen. Med molekylärgenetikens genombrott på 1980- och 1990-talen blev det på nytt "inne" att jaga genen för exempelvis schizofreni eller manisk-depressiv sjukdom.

– Så har pendeln svängt av och an. Spelar det egentligen någon roll hur vi tänker? Jag tror det! De tankar, som slog igenom omkring 1970, innebar ganska radikala förändringar av vården. Gapet mellan friska och sjuka blev mindre. Patienternas psykiska ohälsa verkade mindre ödesbunden och mer tillgänglig för psykoterapi eller social ingenjörskonst. Stämningen på de psykiatriska vårdavdelningarna blev mer optimistisk. Mental-, kriminal- och socialvård humaniserades och blev mer terapeutiskt inriktad.

– Men med ansvar kan också följa skuld. Vilken pappa eller mamma vill att deras son 45 år senare ska ligga på psykoanalytikerns dyscha och anklaga dem för sina mentala ofullkomligheter? Här fanns en grogrund för osäkerhet, skuld känslor och självanklagelser. Till råga på allt kunde de läsa i tidningen att föräldrarnas trygghet i föräldrarollen var allra viktigast.

– I en sådan situation kunde det kännas befriande att höra att allt inte var föräldrarnas fel. Något var givet från början. En del "maskrosbarn" klarade sig utmärkt trots eländiga förutsättningar. Andra mindre hårdhudade var födda känsliga. En del problem kunde inte ens de mest förstående och ambitiösa föräldrar eller lärare rå på. Man kunde bara göra sitt bästa.

– Var det därför bokstavsdioserna blev så populära? Asperger, damp och adhd låter så välavgränsat och exakt. När Peter inte satt still i bänken var det något i hans hjärna som inte var kopplat på riktigt samma sätt som hos den exemplariske eleven Johan. En barnpsykiater undersökte Peter, skrev ett intyg och så sattes en extra assistent in i klassen.

– När genetiken gjorde sitt segertåg på 1980- och 90-talen blev en del människor djupt oroad. Om en människas öde till stor del var givet i generna, hur gick det då med traditionella västerländska ideal som alla människors lika värde oavsett ras, klass, kön eller religiös bekännelse? Och vad hände med människans fria vilja och det ansvar som har sin grund i denna fria vilja?

Nils Uddenberg tog sedan upp boken *The Bell Curve*, som kom ut för ungefär tio år sedan i USA. Där hävdade psykologen Richard Herrnstein och statsvetaren/samhällsdebattören Charles Murray att intellektuell begåvning gick att mäta med samma - eller nästan samma - precision som längd och vikt; att möjligheterna att klara sig i ett modernt västerländskt samhälle starkt hänger samman med denna begåvning; att intelligens går i arv; och att människor med olika etnisk



bakgrund fick olika resultat i begåvningsstesten. Afroamerikaner var mindre intelligenta än vita amerikaner, som i sin tur var mindre begåvade än amerikaner med ostasiatisk bakgrund.

– Många förfasade sig och boken orsakade en upprörd debatt. Kunde man verkligen mäta intellektuell förmåga? Betydde skolning och andra erfarenheter så lite? Var inte boken rasistisk? Den inflammerade debatten visade på nytt att forskning om det mänskliga beteendets bakgrund inte bara handlar om vetenskap utan lika mycket om politik.

– Frågan är hur många som hade orkat igenom alla 800 sidorna. Jag gjorde det faktiskt, konstaterade Nils Uddenberg.

Men trots den inflammerade debatten trodde han inte att det är rädslan för rasistiska vantolkningar som får de flesta människor att känna sig avvaktande inför beteendegenetiken. Oron handlar nog i grund och botten om andra frågor: I vilken utsträckning är vi offer för vårt öde? Hur mycket kan vi själva påverka våra liv? Generna verkar göra oss till maktlösa offer för ett mer eller mindre välvilligt öde.

– Jag är övertygad om att detta är en missuppfattning. Men jag är nästan säker på att det är sådana fantasier som äftlighetsforskarna lockar fram när de undersöker den genetiska grunden för vårt beteende.

– Men tänk om genetiken i stället öppnar nya möjligheter att påverka våra liv, en ingång till hur hjärnan fungerar. Då kanske vi kan bota och inte bara lindra sådana plågsamma tillstånd som schizofreni och tvångsneuroser för första gången i världshistorien. Det är i så fall inte heller oproblematiskt. Om vi finner på metoder att verkligen ändra människors personlighet och beteende kommer vi att ställas inför en rad svårlösta etiska problem.

Skiljer sig så kallad beteendegenetik från annan genetik? I grund och botten talar vi om samma mekanismer, menade han. En gen kodar för ett protein som i sin tur påverkar ett antal biokemiska processer i kroppen. I vissa fall ger arvsanlaget upphov till en tydlig kroppslig förändring; i andra fall ser vi bara ett ändrat beteende. I grund och botten är det samma typ av processer vi undersöker när vi försöker reda ut arvets betydelse för ögonfärg och genetiken bakom ett visst beteende.

Det för oss in på nästa fråga: Hur förhåller sig arv och miljö till varandra? Arvet är ganska lätt att definiera: en liten bit dna, som innehåller information om hur man sätter samman ett protein som sedan kan ha en mängd funktioner i kroppen. Det är svårare att reda ut vad som är miljö. Kanske är det tryggast att kalla allt som inte är arv för miljö?

– Inte heller är miljön bara något som möter oss efter födseln. Allt det som når oss under de nio månaderna i mammas mage är också miljö, antingen det är dunka-dunka-musik som tränger in genom bukvägg och fostervatten eller mammas mat- och dryckesvanor som når oss via moderkakan.

– Under de senaste decennierna har molekylärgenetikerna försett oss med en karta över arvsmassan. Men termen kan missförstås. Vi får inte tro att en karta över en människas gener är en karta över en människas egenskaper. Vägen



mellan anlag och egenskap är ytterst komplicerad. Under de närmaste decennierna kommer genetikerna att ha fullt upp med att bena upp detta ytterst komplicerade samspel.

– Jag tror vi måste hålla denna komplexitet i minnet under den här konferensen. Arv och miljö är inte något som står i motsättning till varandra. Arvsmassan är inte en planritning för organismen, som denna sedan slaviskt följer. Det är snarare ett recept som definierar en mängd komplicerade processer som slutligen leder fram till en viss produkt. Arvet bestämmer inte hurdana vi blir. Det bestämmer hur vi reagerar på vår omgivning.

– Nils Uddenberg har verkligen gjort klart för oss att det här ämnet är komplicerat - om nu någon eventuellt trodde att det inte var det, kommenterade moderator Bengt Westerberg innan han bad professor Ulf Pettersson från Uppsala universitets institution för genetik och patologi att svara för genetiska basfakta.

2.2 Genetiska basfakta och epigenetik

– Min roll är att lägga grunden för dagens diskussion, inledde Ulf Pettersson.

Människans arvsmassa består av dna-trådar, som i varje cell har en sammanlagd längd på närmare 2 meter. Man skulle kunna likna dna:t vid en teleprinterremsa, fast den bara innehåller fyra bokstäver: A, C, G och T. Bokstäverna kallas baspar eller nukleotider och kan bilda ord som kallas arvsanlag eller gener. Generna i sin tur kodar för ett protein. Om det blir fel kallas detta för mutation.

Vi vet i dag att gener också styrs på andra sätt så att de aktiveras eller blir passiva. En ganska färsk upptäckt är att många korta bitar dna i människans celler tycks ha sådana regulatoriska funktioner, att slå av eller slå på gener.

Kartläggningen av människans arvsanlag i det s.k. Hugo-projektet avslutades 2003. Vårt genom innehåller drygt 3,3 miljarder bokstäver. Om all denna text skrevs ut i A4-format och bands in skulle volymerna fylla 100 hyllmeter.

– Konstigt nog är det bara cirka 1,5 procent av texten i människans och däggdjurens dna som kodar för ett protein. Resten är upprepningar som forskarna länge trodde var "skräp". Den åsikten håller man nu på att ompröva. Färska studier visar nämligen att en betydande del av detta "skräp" tycks ha en del funktioner. Där ser man faran av att försöka förenkla saken.

– När jag började min forskarkarriär trodde jag aldrig att vi skulle kunna avläsa dna-texten, fortsatte Ulf Pettersson. I dag har vi en massa redskap som klarar detta både enkelt och snabbt.

– Samtidigt tror jag att många blev lite besvikna när Hugo-projektet var klart. De hade väntat sig en aha-upplevelse, men så blev det inte alls. Låt mig likna människan vid en bil. Vad vi har fått är inte en instruktionsbok utan bara en reservdelskatalog som visar vad som finns i oss.

Eftersom människan brukar betraktas som "skapelsens krona" var det också många som blev besvikna över att människan bara visade sig ha cirka 25 000 gener. Det är inte mycket att skryta med när en liten rundmask har 19 000 gener och tulpanen också har 25 000 gener.



– Det här visar att komponenterna i människokroppen är mycket genialt konstruerade och har fantastiska egenskaper. Det är ungefär som om man skulle kunna bygga ett hus genom att bara tippa av ett lass med tegel och tegelstenarna sedan skulle hitta till varandra.

Ulf Petterson kom sedan in på skillnader mellan individer och arter.

– Skillnaden mellan två människor är en på 1000. Det kan låta lite, men det finns ändå cirka 3 miljoner skillnader mellan mig och Bengt Westerberg.

– Bara för några månader sedan kom schimpansens dna-sekvens. Det visade sig då att den liknade människans till 98,8 procent.

Om skillnaden är så liten, vad är det då som gör människan så överlägsen i olika avseenden? Frågade han.

– Det vet vi inte. Eftersom olika människors arvsanlag är lika till 99,9 procent, så finns det ingen vetenskaplig grund att gruppera människor i raser som rasbiologerna gjorde. Att vi ser så olika ut beror på att vi snabbt har anpassat oss till olika miljöer och till solstrålningen.

Nästa fråga: Vad betyder de 3 miljoner skillnaderna mellan två individer för hälsa och välbefinnande? Där måste vi skilja på enkel och komplex nedärvning.

Till den första gruppen hör monogena sjukdomar, som beror på förändringar i en enda gen, t.ex. cystisk fibros.

De flesta sjukdomar är betydligt mer komplicerade eftersom det är förändringar i flera gener som tillsammans med miljöfaktorer orsakar sjukdomen eller beteendet. Arvets betydelse är att sänka tröskeln för sjukdomen. I den här gruppen hittar vi stora folksjukdomar som högt blodtryck och diabetes.

2.3 Hjärnan och hjärnans utveckling

Näste talare var professor Hugo Lagercrantz, som är professor på Astrid Lindgrens barnsjukhus och Karolinska Institutet. Han redogjorde för hjärnan och dess utveckling.

Är vårt beteende och vår hälsa genetiskt förutbestämda? Kan vi förutspå hur det kommer att gå redan hos nyfödda?

De genetiska deterministerna menar att ens personliga egenskaper liksom språket och grammatiken är medfödda, liksom en universell grammatik, språklig instinkt och beteendegenetik. Steven Pinker hävdar att den mänskiga utvecklingen är huvudsakligen genetiskt bestämd. Liksom Judith Rich Harris anser han att föräldrarna knappast alls har något inflytande på sina barns utveckling.

Den andra extremen menar att nyfödda barns hjärna är som en svart tavla, att funktionen skapar organet och att reflexer är betingade. Behaviorismen, något typiskt amerikanskt, myntade uttrycket "Making a genius of every baby" (göra ett geni av varje barn).



Att stimulans är viktig för barns utveckling visades först av nobelpristagarna David Hubel och Torsten Wiesel genom försök på katt- och apungar. Om man täckte över ena ögat, förtvinade syncentra i hjärnan. Om en vuxen får ena ögat över-täckt lika lång tid händer däremot inget i hjärnan.

Hugo Lagercrantz tog sedan upp fenomenet att människan inte har fler gener än många andra organismer. Den stora skillnaden är att människan har så många fler nervceller. Den lilla rundmasken har över 19 000 gener men bara 302 nervceller i hjärnan. Bananflugan har 12 000 gener och 250 000 nervceller. Människan har 25 000 gener men 100 miljarder nervceller och triljoner kopplingar och synapser.

Han redogjorde vidare för de olika stadierna i hjärnans utveckling och konstaterade att det stora språnget sker när en massa nervceller invandrar till hjärnans tänkande lober. Men hjärnan är ingen dator. Med alla kopplingar liknar den snarare en djungel.

Några milstolpar i fostrets utveckling: Känslan uppkommer vid 14 veckor, hörsel och smärta vid 20 veckor, korttidsminnet vid 22-23 veckor.

– Fostret sover mest i drömsömn, men vad det drömmer vet vi inte.

Forskarna anser i dag att det är ett samspel mellan ärftliga faktorer och stimulans som formar hjärnan. Stort genomslag har en teori som kallas selektionism fått och som säger följande: I hjärnan finns en djungel av nervtrådar som sorteras upp genom att de mest lämpliga nervbanorna väljs ut medan de som inte används eller är onödiga försvinner. Det handlar alltså om ett slags darwinism, "survival of the fittest".

Att fråga vad som är viktigast, arv eller miljö, tycker han är meningslöst.

– Det är som att ta en rektangel och fråga om långsidorna är viktigare än kortsidorna.

2.4 Hjärnans belöningssystem

Första anförandet efter pausen hölls av Lars Olson, professor i neurovetenskap på Karolinska Institutet och Hjärnfonden. Temat var hjärnans belöningssystem.

– Djupt inne i vår hjärna finns ett uråldrigt, komplicerat nätverk av nervbanor som brukar kallas belöningssystemet. Hjärnans belöningssystem belönar oss och gör oss beroende av sådant som är viktigt för individens och artens överlevnad, t.ex. mat, dryck, sex och motion. En nyckelroll spelar dopamin, en signalsubstans som upptäcktes av den svenske Nobelpristagaren Arvid Carlsson. Dopamin är på sätt och vis kroppens inbyggda superknark.

Störningar, sjukdomar och skador i nervsystemet kan orsaka olika slags sjukdomar och beteendestörningar. Hjärnans belöningssystem kan kidnappas av droger, både legala som alkohol och koffein och illegala som knark, liksom av beroendeframkallande aktiviteter. Resultaten kan i samtliga fall bli livslånga förändringar i vissa bansystem som t.ex. leder till alkoholism, narkomani, spelberoende eller t.o.m. extrema former av konditionsträning.



Spelberoende liknar beroende av droger, menade han. Den drabbade tänker bara på nästa spel och åsidosätter allt annat; känner sug efter att spela igen; behöver allt högre dos av spel; blir ”hög” av spelandet; får abstinensbesvär om han hindras från att spela; samt riskerar återfall även efter flera års speluppehåll.

Beroendet bör därför ses som en kronisk, obotlig, svårbehandlad hjärnsjukdom som framför allt orsakas av en kombination av tillgång till spel eller droger och ärftliga riskfaktorer, men miljön och vissa störningar eller skador på hjärnan kan även spela roll.

För alla beroenden finns starka genetiska riskfaktorer. Missbrukares syskon löper t.ex. 5-8 gånger större risk än genomsnittet att själva bli missbrukare. Forskare håller nu på att kartlägga var på kromosomerna som ärftligheten för drogmissbruk finns.

Kan intensiv motion motverka alkoholism? Inte nödvändigtvis, svarade han. Forsök med möss visar att möss som fick springa i springhjul så mycket de själva ville, snarare ökade sitt drickande.

– Det är inte ointressant, menade han, om man tänker på att det finns problem med alkohol inom idrotten.

Lars Olson tog också upp myten att 1000 nervceller i hjärnan dör varje gång man tar en sup. Förlorar man verkligen nervceller när man dricker? Nej, i varje fall inte vid måttlig konsumtion. Alkohol i måttliga mängder, s.k. lätt salongsfylla, har i stället hos möss visat sig kunna öka nybildningen av nervceller.

I ett uppmärksammat amerikanskt försök som Lars Olson beskrev, fick friska försökspersoner och kokainister se två filmer, en med erotiskt innehåll och en om kokainhantering, samtidigt som man med magnetkamera följde vad som hände i deras hjärnor. Hos friska aktiverades hjärnans belöningssystem som väntat när de fick se den erotiska filmen. Hos kokainister hände inte mycket i hjärnan när de såg sådan film, men istället aktiverades samma hjärnområden hos drogmissbrukarna när de fick se filmen om kokainhantering. Detta visar att hjärnans belöningssystem blivit "kidnappat" av det som man blivit beroende av.

Kommer vi att kunna bota olika typer av beroenden? Det är inte lätt. Men han trodde ändå att man skulle kunna ta fram någon typ av avprogrammering av det som de drabbade blivit beroende av. Troligen kommer det att behövas en kombination av mediciner och terapeutiska åtgärder. Detta kräver dock en rejäl satsning på modern beroendeforskning.

2.5 Djurens beteende - gener som arkitekter och miljön som byggarbetare

Sista anförandet före lunch hölls av Per Jensen, som är professor i etologi vid Linköpings universitet.

– Att domesticera djur är ett bra exempel på hur djurs beteende kan förändras ganska snabbt genom selektion. Men hur mycket av djurens beteende beror på generna? Svaret är att ett beteende alltid mejslas ut i samspel med den miljö djuren lever i.



Tamhöns tycker också om att leta föda men inte lika mycket som deras förfäder, det röda djungelhönset.

Hos två hundraser kan en enda gen som är dominant hos den ena rasen förklara varför denna ras inte vill bli hanterad, två dominanta gener varför den ena rasen skäller mer. Även mycket komplicerade beteenden som bobyggande har en genetisk grund, men alla beteenden beror också på miljön.

Tamsvin vill bygga bo precis som vildsvin om de får chansen. Vi har inte selekterat bort bobyggandet, det finns kvar trots att svinen har blivit tama och ändrat en hel del annat i sitt beteende.

Prägling är gener och erfarenhet i samspel. Fågelungarna är programmerade att följa efter sin mamma för att överleva. De identifierar det första stora rörliga föremål de ser och följer sedan detta föremål, även om det skulle visa sig vara en människa. När fönstret för denna inlärning har stängts, kan man inte få kycklingen att acceptera något annat föremål som sin mamma.

Kycklingen måste också lära sig vad mat är. En nykläckt kyckling har mycket vaga begrepp om vad det innebär att vara hungrig, hur mat ser ut, om de där runda sakerna är mat och vad man gör med maten. Efter några dagar är kycklingen helt på det klara med att känslan i kroppen är hunger, att de där små runda föremålen är mat och att den ska picka i sig kornen och svälja dem för att hungerkänslan ska försvinna. Kycklingen överlever eftersom den har en medfödd egenskap att picka på allt smått på marken. Den lär sig snabbt vilka små föremål som är frön och går att äta och vilka som är stenar eller sandkorn och inte går att äta.

– Fågeln kläcks alltså med ett genetiskt fastställt program för när inlärningen ska ske, vad som ska läras in och vad den ska göra med den kunskap som förvärvas.

Hur gör generna detta? Vad gör generna överhuvud taget? Svar: gener gör proteiner. Det är egentligen det enda de klarar av. Generna har inga koder för föda, beteende, att följa efter sin mamma.

– Här har massor av ny kunskap kommit fram om hur sammanhangen ser ut, och mycket mer kommer under de närmaste decennierna, förutspådde han.

Hur kan gener påverka beteendet? Där skiljde Per Jensen mellan irreversibla och reversibla effekter. Till de irreversibla räknade han utvecklingen av sinnesorgan och nervsystem under fosterstadiet samt utveckling av rörelseapparaten. Det som händer där går inte att ändra. Den som en gång har fått facettögon kommer alltid att se tillvaron genom insektsögon.

Till de reversibla eller dynamiska effekterna räknade han sådana saker som effekter på hormonsyntes och reglering av nervsystemets aktivitet, t.ex. de stressreaktioner ett djur måste klara av.

– Vi vet att enstaka geners uttrycksnivå kan få dramatiska effekter på ett djurs beteende. Men det att hitta generna och sedan förstå mekanismerna är ett riktigt pussel. Eftersom vår forskningsgrupp jobbar med värphöns och djungelhöns, blev jag väldigt glad när kycklinggenomet var kartlagt för ett år sedan.



Han sammanfattade sitt anförande i tre meningar:

– Enskilda gener kan ha dramatiska effekter på skillnader mellan djurs beteende.”

– Variation i beteende mellan två individer är ofta till någon del beroende av variation i genotyp.

– De flesta beteendesystem består av en kombination av förprogrammerade och erfarenhetsbaserade reaktioner.

2.6 Frågestund

Förmiddagspasset avslutades med en kort frågestund. Första frågan: Finns det någon skillnad mellan hjärnans belöningssystem hos män och kvinnor?

– De är ganska lika, svarade Lars Olsson. Möjligen finns den en tendens hos män att vilja göra farliga saker.

– Ökar verkligen antalet celler i hjärnan när man blir salongsberusad?

– Hjärnan hos alkoholister har inte färre nervceller om de inte har druckit så mycket alkohol att de har förstört hela levern, svarade Lars Olsson. I djurförsöken var mössen ensamma i sina burar för att man skulle kunna kontrollera hur mycket de drack. Möjligen kan de ha blivit deprimerade av detta.

– Finns det någon genetisk skillnad mellan djur som tämjdes tidigt och djur som man misslyckats att tämja?

– Vi kan inte säga vilka gener som gynnar domesticering, svarade Per Jensen. Däremot vet vi att domesticerade djur har vissa gemensamma egenskaper. De är t.ex. i regel flockdjur. Av den anledningen är revirhävdande zebror mycket olämpliga att försöka tämja.

2.7 Den unika människan

Eftermiddagspasset inleddes av professor Hans Ellegren, Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet. Hans ämne var Den unika människan.

Människan har kallats skapelsens krona, något alldeles unikt. Men hur unik är egentligen människan? Till 99 procent är vi faktiskt alldeles lika vår närmaste släkting schimpansen. Bara 1 procent av generna skiljer arterna åt. 30 procent av människans och schimpansens gener är helt identiska. Övriga gener uppvisar bara små skillnader. Men 1 procent betyder ändå att det finns ca 35 miljoner skillnader mellan en människa och en schimpans.

– För många är det här förvånande, sade Hans Ellegren. Därför är det naturligt att vi frågar oss vad det är som styr människans utveckling. Och där har vi två skolor.



Den ena skolan kallas neo-darwinismen. Denna skola hävdar att en stor del av alla mutationer i våra gener är skadliga. De flesta mutationer som förs vidare har gynnats av det naturliga urvalet, dvs. varit en fördel för individen.

Den andra skolan kallas neutralismen och hävdar att de flesta mutationer är neutrala, varken gör till eller ifrån. Debatten mellan selektionister och neutralister pågår fortfarande.

De flesta genetiska skillnader mellan människa och schimpans är inte större än att det skulle kunna handla om ren slump. Mycket av människans beteende tycks inte ha inneburit någon adaptiv fördel. Samtidigt finns det gener som tycks ha utvecklats snabbt, bl.a. gener som är inblandade i fortplantning, immunförsvar och kognition, dvs. har med vår tankeförmåga att göra.

Han tog sedan upp mycket spännande resultat som hade presenterats så sent som veckan före konferensen och som handlade om den genetiska bakgrunden till hjärnans storlek.

Microcefali är en sjukdom som gör att hjärnan utvecklas väldigt dåligt. Nu har forskare hittat skadliga mutationer i en viss gen - något som ökar risken att få denna sjukdom. Genen heter ASPM och skulle kunna ligga bakom utvecklingen av människans stora hjärna, menade Hans Ellegren.

Denna gen har utvecklats med enormt ökad hastighet sedan människans skiljdes från schimpansen under evolutionen och ännu mer sedan orangutangen skiljdes av.

– Vi kan ha hittat något som ligger väldigt nära tankeförmågan, sade han.

– Pågår det fortfarande en utveckling i den här genen? Det verkar så, svarade han. Resultat i tidskriften Science för bara tre veckor sedan visade att man har hittat mutationer som uppstått för 6 000 år sedan. Forskarna undersökte hur vanliga dessa mutationer var och fann att de fanns hos hälften av alla människor i en viss region. Det är ett tecken på att det naturliga urvalet har gynnats denna gen. 6 000 år är oerhört snabbt när vi talar om evolutionen.

Han konstaterade också att människan och schimpansen är mycket mera lika i hjärnan än i testiklarna. Ändå är det i hjärnan som förändringen har gått snabbast.

– Det verkar finnas en genetisk bakgrund till tankeförmågan, summerade han. Kommer vi att förstå denna bakgrund? Kanske, men inte i morgon.

2.8 Människans kulturella evolution

Från tankeförmågan var steget inte så långt till nästa ämne, Människans kulturella evolution. Talare var professor Magnus Enquist från Stockholms universitets zoologiska institution.

– Går vi tillbaka 3-4 miljoner år så finner vi att våra förfäder inte skiljde sig från dagens schimpanser och gorillor på något avgörande sätt. Under den korta tid som följde uppstod den unika människan och det mänskliga samhället. I början var förändringen långsam, sedan allt snabbare och processen pågår fortfarande.



Språk, tankeförmåga, komplicerade samhällen och teknologi, idéer, åsikter och värderingar nämnde han som exempel på unika mänskliga egenskaper.

– En sak vet vi säkert. Människan och det mänskliga samhället är inte bara ett resultat av genetiska förändringar utan också ett resultat av kulturell evolution.

Enkla former av kultur finns hos många djur. Men den kultur vi finner hos djur är sådant som kan etableras under en enda generation. Djuren tycks sakna kumulativ kultur, förmågan att bygga vidare på tidigare generationers kultur.

Kulturevolution är det långsiktiga resultatet av många små händelser, där det sociala arvet och nyskapande är de viktigaste. Till skillnad från det strikt reglerade genetiska arvet, där hälften av generna kommer från mamma och hälften från pappa, kan kulturell information föras över mellan godtyckliga individer.

Med tiden har den kulturella evolutionen blivit alltmer komplicerad och uppfinningarna har ökat i allt snabbare takt.

Han konstaterade att människan tycks kunna anpassa sig till att leva på nästan alla platser på jorden. Men ett samhälle måste bygga på hyggligt samarbete och fredlig samexistens för att vara uthålligt.

Kulturell och genetisk evolution gynnar delvis olika saker. Han tog två olika livsstilar som exempel: att börja jobba direkt efter grundskolan, gifta sig och skaffa barn eller att utbilda sig först. Det senare livsmönstret leder till färre barn. Människans fruktsamhet har minskat, trots att det finns tillgång till mer och bättre mat.

I vilken grad påverkar generna vår kultur? Ett svar är att vår förmåga till kultur har en genetisk bas: förmågan att lära sig från andra, språk, tankeförmåga och kreativitet. Även om människor föder upp schimpanser i sina hem så finns det inga tecken på att schimpanserna har tagit upp särskilt många intryck. Dock finns en del tendenser att schimpanser som vuxit upp bland människor är lite smartare än andra schimpanser.

Begränsas den kulturella evolutionen av våra gener? Där går åsikterna isär.

– Jag är ganska övertygad om att verkligheten ligger någonstans mitt emellan. Jag har inget svar på frågan hur våra gener påverkar den kulturella evolutionen. Det är möjligt att framtiden kommer att bjuda på en del överraskningar på den punkten, slutade Magnus Enquist.

2.9 Selektionen i samhället - arv och/eller miljö

– När jag tittade i programmet kände jag mig som en främmande fågel bland alla biologer. Men efter att ha hört Magnus Enquist känner jag mig betydligt mera hemma.

Med denna kommentar inledde professor Robert Erikson, institutionen för social forskning på Stockholms universitet, sitt inlägg om Selektion i samhället - arv och/eller miljö.



Han utgick från en bok, som den franske sociologen Raymond Boudon publicerade 1974, en inflytelserik bok om social selektion i skolan. Där hävdade Boudon att två effekter ligger bakom den sociala snedrekryteringen. Den primära effekten innebär att barn från högre socialgrupper presterar bättre resultat i skolan än andra barn. Den sekundära effekten är att även om de skulle ha lika bra betyg tenderar barn från högre socialgrupper mer än andra att fortsätta studera i stället för att lämna skolan.

De primära effekterna kan ses som följer av att barnen har fått vissa egenskaper från sina föräldrar och att de har exponerats för olika faktorer som hör samman med den sociala bakgrunden. De sekundära effekterna är uttryck för att barnen och deras föräldrar gör val som delvis betingas av den sociala bakgrunden.

Dessa effekter hade två svenska studier belagt redan på 1940- och 1950-talen. Och båda effekterna fortsatte att verka i Sverige, både vid övergången från grundskola till gymnasium och från gymnasium till universitet. Det kunde Robert Erikson visa i en studie som han gjorde tillsammans med en kollega i anslutning till en utredning om den sociala snedrekryteringen.

Han redovisade en rad motsvarande resultat från en undersökning i Stockholm och konstaterade att både primära och sekundära effekter är viktiga för den sociala selektionen i skolan, men att de sekundära effekterna fått minskad betydelse mellan 1970 och 1990. Effekterna verkar på alla nivåer i utbildningssystemet.

Varför presterar då barn i högre socialgrupper bättre än andra och varför fortsätter de oftare med högre studier? Han menade att vi kan anta att skilda mekanismer ligger bakom de två processerna.

Skillnaden i prestation bör i stor utsträckning hänga samman med de förutsättningar för skolarbete som följer av påverkan från både arv och miljö. De olika valen bör däremot bero på att eleverna utifrån sin sociala bakgrund gör olika bedömningar av vad utbildningen kommer att kosta, vilken avkastning den kan väntas ge och hur stor chansen är att fullfölja studierna.

Resultaten är enligt Robert Erikson intressanta i diskussionen om det genetiska arvets betydelse för selektionen i samhället, eftersom utbildning mer än något annat förklarar skillnader i livschanser mellan barn från olika social bakgrund och eftersom skillnader i val av utbildning svårligen kan ha genetisk bakgrund. Därmed blir frågan hur stor del av prestationsskillnaderna som kan föras tillbaka på det genetiska arvet.

2.10 Frågestund

I den följande korta frågestunden tyckte Nils Uddenberg att det sociala spelet i en schimpansflock påminner mycket om det sociala spelet hos människor. Hans Ellegren tyckte detta var rimligt när det handlar om två så närbesläktade arter. Magnus Enquist påpekade att vi människor samarbetar mycket mer. Vi har många fler mekanismer för detta samarbete och vi är beredda att ta kostnader för att straffa människor som inte samarbetar.



2.11 Socialt beteende

Om socialt beteende talade Nancy Pedersen, professor på institutionen för medicinsk epidemiologi och biostatistik, Karolinska Institutet.

Hon började med ett historiskt perspektiv. Vi har ordspråk som "äpplet faller inte långt från trädet" och "sådan far, sådan son". Men faktum är att pendeln har svängt fram och tillbaka. Ibland har (forskarna) ansett att arvet haft störst betydelse för hur vi beter oss, ibland att miljön har det. Svängningarna speglar både politiska ideologier, vetenskapliga förväntningar och empiriska resultat. Den enda säkra slutsatsen man kan dra är att både arv och miljö är viktiga för vårt beteende.

För att kunna undersöka hur viktigt arv och miljö är, har forskarna länge utnyttjat tvillingar. Charles Darwins kusin Sir Robert Galton introducerade tvillingstudier som metod redan 1883.

Genetiska faktorer är viktiga för vårt beteende. Arvet är t.ex. viktigare för vissa kognitiva förmågor än för personligheten. Miljön är ofta viktigare än arvet för personligheten.

Men bilden är faktiskt betydligt mer komplicerad än så eftersom arvets betydelse kan förändras under hela livet. Det kan minska i betydelse för vissa egenskaper och vara stabilt för andra. Gener kan slås av eller slås på. Genuttryck kan förändras. Miljön och dess betydelse kan också ändras.

Kvinnor och rökning är ett exempel. Miljön har förändrats så att de gener som påverkar rökvanor har kunnat träda fram allt mer under senare delen av 1900-talet.

Vad betyder då allt detta? På den frågan hade Nancy Pedersen ett antal svar.

- Det finns många gener som påverkar de egenskaper vi har, sannolikt i samverkan med miljön.

- Siffrorna i dessa undersökningar säger ingenting om en enskild individ. Det handlar om övergripande uppskattningar för hela befolkningen.

- Inget är fast och bestämt en gång för alla. Vi kan alltså inte bara klaga på våra föräldrar, eftersom både arv och miljö är viktiga.

- Kännedom om en viss egenskap hos en viss familj kan ändå vara viktig för att undvika att bli alkoholist eller bli fast i rökning, dvs. för prevention. Sådan kunskap kan också användas för att utforma bättre terapi eller medicinering liksom för att identifiera miljöfaktorer som kan behöva förändras.

2.12 Antisocialt beteende

Paul Lichtenstein är docent och verksam vid samma institution som Nancy Pedersen. Han inledde sitt tal om arvets och miljöns betydelse för att utveckla antisocialt beteende med en undersökning som publicerades i tidskriften Science 1993.



Studien handlade om en holländsk familj, där fem av männen hade visat upp ett onormalt graverande asocialt beteende. Det handlade om impulsiv aggressivitet, mordbrand, våldtäktsförsök exhibitionism. Alla fem visade sig ha en mutation i en viss gen samt defekt enzymaktivitet.

– Finns det en gen för kriminalitet? Då var det kanske en del som trodde det. 12 år senare skulle nog de flesta forskare svara ett bestämt nej på den frågan. Däremot kan gener påverka benägenheten för känslor och tankeprocesser och - liksom vissa miljöer - öka sannolikheten för ett asocialt beteende. Men kriminalitet är ett socialt begrepp, inte ett biologiskt.

– Vad säger forskningen i dag? Arv eller miljö? Vi vet att både arv och miljö är viktiga för beteenden. Frågan är i stället hur viktiga de är, för vilka egenskaper, hur de påverkar utvecklingen, hur de samspelar och vilka mekanismerna är.

Han redovisade ett antal resultat från en svensk studie av 1500 tvillingar som forskarna följt från 8 till 17 års ålder. En viktig slutsats: ingen gen och ingen miljö orsakar antisocialt beteende. Ett antisocialt beteende är i stället resultatet av ett komplext samspel mellan arv och miljö. Miljön påverkar hur gener uttrycks och gener påverkar vår miljö.

Hur viktigt arvet är när man studerar yngre barn beror på vilken typ av antisocialt beteende det handlar om. Aggressivt antisocialt beteende (temperament) är mer ärftligt betingat medan den sociala miljön betyder mer när det handlar om icke-aggressivt beteende som stölder.

Forskarna har också försökt förstå mekanismerna bakom utveckling av antisocialt beteende, särskilt den typ av personlighetsdrag som kännetecknar en psykopatisk personlighet. Sådana personer är känslökalla, impulsiva och skickliga på att manipulera sin omgivning. En viktig slutsats var att genetiska faktorer bakom ett stabilt antisocialt beteende till stor del beror på psykopatisk personlighet.

– Vi vet att 5 procent av alla brottslingar står för hälften av alla brott. Om man vill försöka minska brottsligheten i samhället borde man inrikta sig på dem som blir stabilt brottsliga i unga år. Att identifiera sådana ungdomar kan vara viktigt för att förebygga brott.

Han noterade också att det finns ett samband mellan kritiska föräldrar och brottslighet hos barnen. Det intressanta med denna studie var att detta samband förklarade av dess genetiska effekter hos **barnen**. Det verkar alltså som att barns gener (möjligtvis via barns personlighet) påverkar föräldrarnas beteende (kritiskt föräldraskap) vilket i sin tur påverkar graden av brottslighet hos barnen.

2.13 Beteende ur ett molekylärbiologiskt perspektiv

Dagens sista talare var professor Juha Kere från Karolinska Institutets centrum för bioteknik. Hans tema var Beteende ur ett molekylärbiologiskt perspektiv.

Sedan Hugo-projektet slutfördes har det blivit enkelt att leta efter gener som orsakar sällsynta sjukdomar och som nedärvs enligt Mendels lagar. Det har också blivit möjligt att hitta gener som ligger bakom mera komplexa sjukdomar som bara delvis beror på arvet, t.ex. astma, migrän eller högt blodtryck.



När tror vi att en egenskap främst har genetiska orsaker? Ett svar är att den är familjär, dvs. förekommer oftare hos barn och föräldrar inom vissa familjer än hos individer som inte är släkt med varandra. Ett annat svar är att egenskapen förekommer oftare hos enäggstvillingar än hos tvåäggstvillingar. Ett tredje svar är att egenskapen hos vissa men inte alla familjer tydligt nedärvs enligt Mendels lagar.

Lättast är det att hitta genetiska orsaker till sjukdomar som drabbar syn och hörsel. Sedan följer i ökande svårighetsgrad utvecklingsstörningar som autism, kognitiva problem som dyslexi och språksvårigheter samt mentalsjukdomar som schizofreni. Allra svårast är det att hitta genetiska orsaker till sociala förhållanden som alkoholism eller sexuellt avvikande beteenden.

– Ju mindre en gens effekt är, desto större försöksgrupper behövs för att visa effekten. Det kan behövas grupper på 100-tals eller 1000-tals individer för att kunna säga att det finns ett statistiskt säkert samband.

Efter att ha redovisat olika riskberäkningar ställde han frågan Var står vi 2005?

– För enkla saker som syn- och hörselskador är tiotals gener identifierade. För en del men inte alla sådana skador finns diagnosmöjligheter.

– För autism finns några gener identifierade, men ingen specifik diagnostik kan erbjudas. Forskning har påbörjats om mekanismerna, men inga mediciner finns.

– För dyslexi har fyra gener identifierats, men ingen specifik diagnostik finns.

– För schizofreni är ingen "major gene" känd, men däremot några gener med liten effekt. Mediciner och behandlingar finns men ingen diagnostik.

– För komplexa beteendemönster slutligen finns inga pålitligt identifierade gener och inga mekanismer är kända.

Han avslutade sitt inlägg med frågan. Vart är vi på väg?

– Jag tror att nya gener och biokemiska mekanismer för t.ex. autism och kanske schizofreni kommer att vara identifierade inom några år, men knappast gener för oerhört komplexa beteendemönster. Ett problem är att det kommer att krävas stora grupper av individer för att kunna studera de svaga effekter som gener troligen har för sådana egenskaper.

3 Avslutning - etisk reflektion

Konferensen avslutades med en etisk reflektion av överläkare Gunilla Bolinder från Karolinska universitetssjukhuset.

– Vi människor har i ett rasande tempo hamnat i moraliska frågeställningar som helt kullkastar gamla orubbliga axiom som har gällt i hundratals år.

– Plötsligt kan man forska på foster och t.o.m. manipulera deras genetik. Man kan hyra en livmoder. Man kan frysa sina ägg för senare bruk eller välja att föda ett syskon med speciella immunologiska egenskaper som kan passa som givare för ett sjukt barn. Man kan köpa humana spermier och ägg, skapa exakta kopior



av levande varelser och aktivt välja bort identifierbara handikapp hos foster. Vi kan också manipulera djur för att tillfredsställa mänskliga behov. Organtransplantation mellan djur och människa är ett lukrativt framtidsperspektiv. Den nya biotekniken kräver nya gränsdragningar för vårt handlande.

Hon tog sedan upp skillnaden mellan djur och människor.

– Män är djur, har vi hört i den feministiska debatten. Men det är faktiskt kvinnor också. Men människan är ett mycket speciellt djur, vars egenart inte kan förklaras med några enstaka gener eller genuttryck.

– Mänskliga egenskaper som att använda redskap, social organisation, inlärningsförmåga och abstraktionsförmåga förekommer faktiskt hos många djurarter också. Men att förvalta kunskap, planera, reflektera, tygla drifter, tolerera avvikelser, kunna diskutera och uttrycka känslor som skratt, gråt och behovet av estetik - allt detta tycks fortfarande i hög grad skilja oss från djuren.

Människan är ensam om att kunna spara och magasinera kunskap och erfarenhet från en tid till en annan.

– Om schimpanser och människor är så lika genetiskt att 99 procent av vår arvs massa är gemensam - var finns skillnaden? Ja, den viktigaste skillnaden är att det bara är människan som vet om detta!

Hon konstaterade att synen på djurens rätt har genomgått stora förändringar. Ibland har den blivit så förmänskligad att djur ges större rätt än människor till ett värdigt liv.

– Se på modern djurhållning av sprätthöns, grisar och kalvar och jämför med vår nedmonterade åldringsvård! Samtidigt ökar många människors krav på rätten att få samma skonsamma behandling som djur vid lidande, sjukdom och smärta, dvs. rätten att bli avlivad. Det är kanske inte så konstigt att problemen väcker debatt!

Hon konstaterade att onda och goda handlingar bara existerar i människans sinnevärld.

– Lejonhannen, som dödar en annan hannes ungar i kampen om en hona, utför ingen ond handling. Fågelmamman, som puttar ut sin bristfälligt flygkunniga unge ur boet, är inte en dålig mor. De bara är - de handlar enbart genom sina drifter och instinkter och kan inte heller ställas till ansvar för sina handlingar.

Hos människan däremot finns samvete - eller som älvan säger till Pinocchio i Walt Disneys saga - "den tysta lilla rösten som folk inte lyssnar på".

Gunilla Bolinder avslutade konferensen med följande reflektion:

– Människan är den enda varelsen som har förnuft och samvete, men också förmågan att missbruka sin kunskap till massmord och kulturförintelse, ackompanjerad av sina ibland destruktiva instinkter för överlevnad. Ansvar för jordens framtid ägs inte av den driftsstyrda biologin, utan av den mänsklighet som har utrustats med moraliskt reflekterande.