

Herència i medi en la determinació de diferències individuals psicològiques

Herència i genètica del comportament

Objectius

- Descriure l'aportació que fan la genètica clàssica i la moderna en la comprensió de la individualitat.
- Presentar la complexitat de les relacions dels gens i l'ambient en la causa de les diferències individuals.
- Descriure la manera de procedir empírica en aquest àmbit d'estudi.
- Presentar els coneixements actuals de les influències ambientals i genètiques sobre el quocient d'intel·ligència.
- Presentar els coneixements actuals de les influències ambientals i genètiques sobre la personalitat.
- Conèixer els principals factors que actuen des de l'ambient i modulen la conducta humana.

Introducció

Les idees de Francis Galton, les de Ch. Darwin i les de molts pioners de la psicologia de les diferències individuals semblen cristal·litzar avui, gairebé un segle després de la seva formulació. Des de la dècada dels anys vuitanta es vénen produint una sèrie continuada de descobriments que ens desvelen com actuen els gens sobre nombroses facetes del comportament humà. No hi ha dia que les revistes científiques no ens informin d'un nou estudi sobre alguna capacitat, disposició psicològica o malaltia mental que està influïda directament per l'acció bioquímica dels gens. S'han descobert gens que són a la base de les addiccions, de la intel·ligència, de nombrosos trets de personalitat i del temperament, de trastorns neuròtics i d'altres alteracions com la dislèxia o la hiperactivitat. Però som davant una moda passatgera i davant de resultats fortuïts? O, al contrari, som davant de vertaders avenços en el coneixement científic del funcionament psíquic? El vell debat sobre la importància de l'herència o el medi en la determinació del comportament humà ressorgeix amb nous arguments o, simplement, es repeteix una història que consideràvem oblidada al "bagul dels records".

En aquest mòdul descriurem les bases de la genètica de la conducta moderna, que forma una parella indissoluble amb l'estudi de les diferències individuals, i descriurem alguns dels coneixements més sòlids que s'han obtingut fins avui en aquest terreny. També comentarem les conseqüències importants que tenen aquests avenços en aspectes com l'educació familiar i la intervenció psicològica que, encara que sembli paradoxal, s'han beneficiat moltíssim dels avenços de la genètica del comportament.

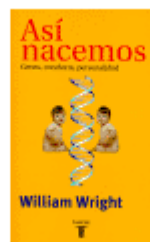


Referències d'obres actuals d'aquest tema i que no requereixen coneixements especials en genètica per a comprendre-les:

Hamer, D.; Copeland, J. (1999). *El misterio de los genes*. Barcelona: Vergara.

Harris, J. (1998). *El mito de la educación*. Barcelona: Grijalbo.

Wright, W. (2000). *Así nacemos: genes, conducta y personalidad*. Barcelona: Taurus.



Podeu consultar l'assignatura *Genètica i evolució del comportament*.



Solíem pensar que el nostre destí estava escrit en els estels. Ara sabem que, en gran manera, el nostre destí és als nostres gens.

James Watson (1989). "The gene hunt". Time 133, (12): 62-67



James Watson, juntament amb Francis Crick, va ser el descobridor, el 1954, de l'ADN que constitueix els gens.

Herència i ambient: els determinants de les diferències individuals

Per què les persones són diferents? Per què hi ha algunes persones que són més altes que d'altres, les unes més pacients que les altres, les unes més intel·ligents que les altres? Durant molts anys aquestes preguntes, i moltes d'altres de semblants, han preocupat nombrosos pensadors i també les persones corrents. Des de l'aparició de la psicologia diferencial s'han fet passos definitius per a contestar-les d'una manera científica. Les respostes que s'han donat a la qüestió de l'origen de les diferències individuals se solen categoritzar en dos tipus: les que fan referència a les causes genètiques o hereditàries, i les que fan referència a les causes ambientals i de l'entorn. Les primeres les agrupem sota l'epígraf "naturalesa" i les segones, sota l'epígraf "ambient".

1. Les respostes que agrupem en l'epígraf de "causes naturals" ens diuen que les persones són diferents perquè neixen diferents, perquè la seva "naturalesa" les fa diferents; dit d'una manera més tècnica, perquè la seva constitució genètica i biològica les fa diferents de les altres.
2. Al contrari, les respostes que agrupem sota l'epígraf "ambient" consisteixen en les que atribueixen les diferències a factors ambientals, factors del medi en què es desenvolupa el subjecte i que són la vertadera causa de la seva individualitat. S'hi inclouen la família, el medi físic on es desenvolupa, els recursos de què disposa, etc.

Aquests dos tipus de causes o factors, els naturals i els ambientals, són, en última instància, els que justifiquen la variabilitat dels individus i s'hi recorre quan volem trobar una explicació causal de les diferències individuals psicològiques.



No sé si us deueu haver adonat d'una petita "relliscada" en els arguments anteriors. Hem començat dient que la psicologia diferencial s'interessa per conèixer les causes que fan que les persones siguin diferents i hem acabat descrivint els factors que afecten la variabilitat. No es tracta d'una "relliscada", però d'aquesta manera us volem avisar que les raons de la variabilitat, siguin quines siguin, no són les mateixes que expliquen la individualitat. Per definició, tot individu és el resultat indissoluble dels efectes ambientals i hereditaris que conflueixen en el seu "desenvolupament únic". Aquesta afirmació no contradiu en absolut el fet que, per exemple, la variabilitat de la intel·ligència es degui a un fort efecte de l'herència i que, en canvi, l'agressivitat, com a característica de la personalitat, la seva variabilitat, estigui més influïda per raons socioambientals. Aquesta "paradoxa" aparent s'ha de tenir en compte durant tot el mòdul per a no confondre el determinisme biològic o ambiental en el pla individual amb el paper de les variables biològiques o ambientals en la producció de la variabilitat interindividual del comportament, les disposicions i les capacitats humanes.

És obvi que la justificació de la variabilitat interindividual no s'atribueixi a un sol i únic tipus d'arguments. És fàcil comprendre que les persones som diferents entre nosaltres per una combinació de factors naturals i ambientals, perquè tots disposem d'una herència que ens fa únics en un sentit biològic i, a més, durant el nostre desenvolupament com a individus hem tingut una interacció també única amb el medi, irrepetible, que ens ha anat modelant d'una manera idiosincràtica.



"Alguns homes, a causa de l'estructura inalterable de la seva constitució, són valents; d'altres, porucs; d'altres, segurs de si mateixos; d'altres, modestos i dòcils."

J. Locke (1995). *An Essay Concerning Human Understanding* (pàg. 19). Nova York: Prometheus Books (Amherst).

Però els psicòlegs ocupats d'estudiar la personalitat o la intel·ligència s'han dedicat, al llarg del segle XX, a discutir sobre la possibilitat que algun d'aquests factors no tingués importància en la determinació dels trets psicològics. Així,

hi ha hagut partidaris de considerar la intel·ligència com un tret completament hereditari, mentre que d'altres l'han considerat totalment resultat de l'efecte de l'ambient en el desenvolupament infantil. Aquestes posicions, esteses a altres àmbits, com la deficiència mental, l'homosexualitat, l'aprenentatge, la malaltia mental o la personalitat, han generat polèmiques enceses entre els defensors de cadascuna de les dues actituds. Es coneix aquest debat amb el nom del *problema herència-medi* i és un dels capítols més interessants de la història de la psicologia, perquè encara hi ha qui no el considera resolt.

La comprensió de les causes i els orígens de les diferències individuals psicològiques planteja com s'ha de relacionar la variació causada per factors biològics –l'herència– amb la variació causada per factors socials –els efectes de l'ambient on s'ha desenvolupat i viu l'individu. Quins són aquests factors hereditaris i ambientals? Quin pes qualitatiu i quantitatiu tenen en la determinació de les diferències individuals? Com actuen?, etc. „són moltes de les preguntes amb respostes que ens oferiran una informació valuosíssima sobre l'origen de la diversitat, però avui encara queda molt per a trobar aquestes respostes, i per això aquestes preguntes són l'exponent del que s'anomena *problema herència-medi* o, com es formula en anglès, *natura-nurture*. Generalment aquest problema es formula en termes antinòmics (Lewontin, 1984), i per això les seves conseqüències.



Quin paper té la genètica en l'explicació causal de les diferències individuals? La genètica de la conducta s'ocupa de l'estudi causal de les variacions conductuals hereditàries dels organismes vius. Diverses raons, que es poden agrupar en conceptuals, metodològiques i històriques, fan que la genètica de la conducta i la psicologia diferencial tinguin una estreta relació. Des del punt de vista conceptual, la raó més important és el fet que totes dues disciplines s'ocupen de l'estudi de la variabilitat. La genètica, com a disciplina biològica, s'ocupa d'estudiar la diversitat dels fenòmens vitals dels organismes vius, mentre que la psicologia s'ocupa d'estudiar els comportaments dels individus. Com sabeu, el comportament és un fenomen vital, característic dels éssers vius evolucionats i, per tant, la genètica de la conducta és una disciplina d'intersecció que s'ocuparà de la variabilitat del comportament i la seva herència en els organismes vius.

El problema herència-medi

El problema herència-medi ha transcendit el terreny del debat científic i ha tingut fortes repercussions en la societat, perquè partint de les actituds que s'hi adopten (l'herència o l'ambient) es poden justificar polítiques socials i creences ideològiques que sempre han estat transcendents en àmbits com la política educativa, el tractament del problema racial, etc. (Jay Gould, 1986). El cas de la intel·ligència és un paradigma del que ha succeït en l'estudi de les causes de les diferències individuals psicològiques. La investigació sobre l'herència dels trets psicològics i el comportament sempre ha estat immersa en una gran polèmica que pràcticament no ha disminuït mai i que, en alguns casos, com en el de la intel·ligència, ha assolit nivells d'autèntica confrontació i controvèrsia política. Aquesta polèmica va començar abans i tot que es conegués realment com funcionen els mecanismes de l'herència i les lleis que la regulen. A mesura que els descobriments genètics anaven avançant en consonància amb els desenvolupaments de la psicologia i, per tant, quan semblava que el debat es podia objectivar i despolilitzar (en disposar de dades empíriques més fiables), la polèmica s'aguditzava encara més, amb ànims renovats (Thompson i Wilde, 1979; Eysenck i Kamin, 1983).



Orígens filosòfics del debat herència-ambient i el problema de la naturalesa humana

La naturalesa humana és moral, altruista, benèvola, solidària i pacífica o, al contrari, és amoral, egoista, malèvola, insolidària i violenta? Segons vulguem veure o entendre un dels aspectes de la pregunta anterior considerarem, per exemple, el delictes sexual com l'expressió no controlada dels nostres instints animals o com l'efecte pervers de la cultura i la societat que ha modificat les disposicions naturals, entre les quals hi ha les destinades al manteniment dels vincles socials i a la reproducció, que estan directament relacionades amb la funcionalitat de la conducta sexual. La història del pensament ha estat testimoni de diferents respostes a la pregunta anterior, respostes que s'han organitzat en sistemes de pensament filosòfic i/o religió que podem resumir, simplificant, en dues: la visió malthusiana i la rousseauniana de la naturalesa humana. Segons la visió malthusiana, recollida en la frase "l'home és un llop per a l'home", el comportament violent i antisocial, que pot cristal·litzar en forma de delictes sexuals, s'explica per l'animalitat de l'ésser humà. Aquesta proposta s'estén sobre la idea de l'home com un animal en el sentit atàvic i, per tant, considerant-lo com un ésser irracional, violent, salvatge i despietat amb els seus congèneres, incloent-hi els familiars més propers. Aquesta visió de l'home l'han descrit magníficament nombrosos novel·listes de l'escola naturalista narrativa, autors com É. Zola en la seva novel·la *La bèstia humana*, en què ens mostra d'una manera exemplar aquesta visió de la naturalesa humana en un cas de violència domèstica, tan freqüentment associada als delictes sexuals. Aquesta visió de la naturalesa humana, per a molts negativa i pessimista, políticament relacionada amb les ideologies conservadores, es completa amb l'atribució del paper humanitzador de l'ésser humà a la societat i la cultura.

Davant aquesta proposta hi ha l'anomenada *visió rousseauniana*, segons la qual la naturalesa ha fet de l'ésser humà una espècie bondadosa i altruista, sociable i generosa amb els seus congèneres. En aquesta visió la cultura, l'educació i la societat l'ha deshumanitzat amb la seva influència perversa. Davant les conseqüències d'aquesta situació és primordial evitar aquesta influència negativa per a tornar a l'individu la seva humanitat natural. Aquesta visió positiva i optimista, políticament associada amb el pensament progressista, sol sustentar la idea de les reformes educatives i socials, tan en voga durant l'últim segle. Curiosament totes dues concepcions consideren la societat com un agent d'influències "totpoderoses" sobre l'individu i el seu destí.

A l'Occident, i al llarg dels últims segles, el predomini d'una visió o l'altra de la naturalesa humana ha estat font de nombrosos conflictes ideològics i, al seu torn, afortunadament, estímul de la investigació, primer filosòfica i després científica, per a descobrir les autèntiques claus de la naturalesa humana. Potser una de les visions predominants i que més ha influït en les ciències socials recents ha estat la visió calvinista de la naturalesa humana, que es remunta a la doctrina ultraortodoxa del pecat original. Aquesta visió de la naturalesa humana, que amb més o menys rigidesa és compartida per les doctrines freudianes, el corrent marxista i també per alguns biòlegs evolucionistes radicals, coincideix amb la que hem anomenat *visió malthusiana de l'home*.

En realitat la polarització entre les teories sobre la naturalesa humana és un plantejament limitat per a analitzar aquest fenomen. La manera més comprensiva d'entendre la vertadera naturalesa humana és enfocar-la des d'una perspectiva que la consideri com un conjunt de disposicions bàsiques que es distribueixen aleatòriament entre els individus d'una espècie. Així, els humans no són tots "bons" o "dolents", "egoistes" o "altruistes", sinó que la bondat o la maldat, expressió en què volem resumir un conjunt de propietats de la personalitat (temperamentals, de caràcter, etc.) que predisposen al comportament que, alhora, caracteritza les persones, són comuns a tots els individus i al mateix temps propis de cadascú. De fet, i repetint les paraules de Francis de Waal, un important primatòleg que ha estudiat les interaccions socials entre ximpanzés, "en lloc de dir que la naturalesa humana és fonamentalment bruta o fonamentalment noble, direm que és totes dues coses alhora" (De Waal, 1997). Podem afegir a aquesta afirmació que, considerant totes dues coses alhora, en certs individus pesen més, d'una manera més o menys permanent, les disposicions brutes que les nobles i, afortunadament en d'altres, més freqüents que els anteriors, predominen més les disposicions nobles que les brutes. Reconèixer aquesta realitat és molt important per a comprendre la conducta i la diversitat psicològica dels éssers humans.

Per a molts psicòlegs, el problema herència-medi no es podia resoldre amb la investigació científica si no es reconvertia en un problema quantitatiu. És bastant simple considerar que cap característica individual no depèn exclusivament del medi o de l'herència, tots dos factors col·laboren a determinar les diferències individuals, però sí que és possible descobrir el pes específic, l'efecte quantitatiu de cadascun d'aquests factors, i a aquesta tasca s'hi han dedicat, durant els últims cinquanta anys, els investigadors interessats en el problema. Aquest enfocament quantitatiu, que ha constituït l'anomenada *genètica de la conducta*, és el que ens interessa en la psicologia de les diferències individuals, perquè ens oferirà informació fiable de l'efecte d'un factor (herència) o de l'altre (ambient) en la determinació de les diferències individuals. No obstant això, hi ha qui considera que aquest problema definit així (el predomini de l'herència o del medi) no deixa de ser un pseudoproblema (Scarr, 1974; Yela, 1987; Anastasi, 1958). En part tenen raó, i un exemple, descrit originalment per D.O. Hebb, pot reflectir bé això que diem. Hebb deia que discutir sobre la importància dels factors de l'herència o ambientals en la determinació de la conducta tenia el mateix sentit que discutir sobre la importància de l'altura o l'amplada per a determinar l'àrea d'un rectangle: tots dos components són necessaris i suficients. Com veurem en aquest mòdul, avui es disposa d'una sèrie de dades contrastades i fiables que justifiquen les estimacions quantitatives de l'herència i l'ambient en la variabilitat interindividual.

Qualsevol disposició del comportament, representada fenotípicament en l'organisme, "ha de" tenir un substrat genètic i orgànic. No hi ha cap conducta que s'executi sense regulació de l'SNC, i aquesta regulació té lloc en el

funcionalisme neuroquímic i electrofisiològic de la transmissió sinàptica, conjuntament amb l'experiència prèvia codificada químicament en el cervell. Així, per exemple, com a tret fenotípic la intel·ligència és el resultat del desenvolupament individual d'un subjecte en un ambient determinat i d'un programa genètic. Això vol dir que tant els factors genètics com els ambientals determinen el nivell intel·lectual d'un individu. És incorrecte plantejar-se una polèmica sobre quin dels dos mecanismes té més importància en la determinació de la intel·ligència. Cap individu no tindria intel·ligència si no fos perquè ho té escrit als gens i perquè es desenvolupa en un ambient favorable per a aconseguir l'estatus d'individu o organisme viu i independent.

Tanmateix, la història ha demostrat que aquesta polèmica no ha estat tan "irrellevant", perquè el debat sobre la determinació genètica de la intel·ligència, i en referència a les predileccions sexuals o la delinqüència, no solament ha estat important, sinó que, en determinats moments, ha adquirit una gran transcendència sociopolítica (Gould, 1986; Kamin, 1983; Lewontin, Rose i Kamin, 1987; Herrnstein i Murray, 1994).

F. Galton considerava que "la naturalesa preval sobre el medi en la determinació de les característiques psicològiques individuals". Va arribar a aquesta conclusió després de fer diversos estudis genealògics sobre l'herència de la genialitat intel·lectual i creativa. D'aquesta manera també començava l'anomenat *problema herència-medi* que, en termes del mateix Galton, es va dir *natura enfront de nurture*. Des d'aleshores, i especialment al llarg del desenvolupament de la psicologia del segle XX, les actituds d'ambientalistes i hereditaristes han estat enfrontades permanentment. Molts pensadors i filòsofs s'han afegit a aquesta polèmica al costat dels psicòlegs. El fons d'aquest debat sobre la importància i preponderància de la naturalesa o la cultura forma part de la tradició filosòfica i cultural d'Occident. Nombrosos filòsofs han postulat teories que fan referència al determinisme biològic, i d'altres han fet èmfasi en el determinisme cultural. Entre els primers destaca l'obra d'R. Descartes, J. Hartley, H. Spencer i Ch. Darwin, que destacarien la naturalesa material de l'organisme i les "preconfiguracions" que determinen les característiques de l'individu. Entre els segons, defensors del paper del medi, podem esmentar John Locke i Jean-Jacques Rousseau, que representen la concepció clàssica de la influència del medi; ho van fer amb tanta força en els plans filosòfic i polític que aquesta influència es deixa sentir fins al dia d'avui. A John Locke se'l recorda pel seu empirisme i l'oposició a la creença racionalista de l'existència d'idees innates, i va ser el primer que va sostenir la primacia total de la cura i l'educació. Rousseau també va defensar la flexibilitat total de l'individu davant les influències del medi al llarg del desenvolupament. Psicòlegs com S. Freud, J.B. Watson i B.F. Skinner, entre d'altres, han traslladat aquestes visions al camp de la psicologia.



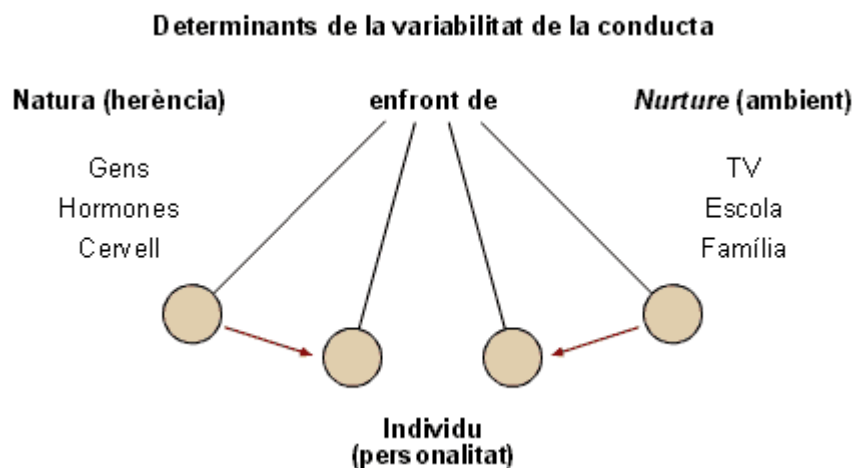
Analitzeu els continguts complementaris d'aquest nucli de coneixement i la figura dels autors hereditaristes i ambientalistes. Feu una revisió crítica de com els arguments ambientalistes i hereditaristes han anat variant durant el segle XX a mercè de les influències polítiques i culturals. Busqueu autors i teories que mostrin l'argument més extremat de l'ambientalisme i l'hereditarisme en psicologia.

Hereditarisme enfront d'ambientalisme. Els pilars epistemològics	
Hereditarisme	Ambientalisme
 <p>Ch. Darwin (1809-1882) Biòleg. La variabilitat es transmet evolutivament i és adaptativa.</p>	 <p>F. Boas (1858-1942) Antropòleg. La conducta és producte de l'ambient cultural.</p>
 <p>F. Galton (1822-1911) Eugènic. La intel·ligència s'hereta familiarment.</p>	 <p>S. Freud (1856-1939) Psicoanalista. Les malalties mentals són producte de traumes infantils d'origen ambiental.</p>
 <p>H. Eysenck (1916-1997) Psicòleg. Els trets de la personalitat són disposicions influïdes pels gens.</p>	 <p>J.B. Watson (1878-1958) Psicòleg. La conducta és el resultat del condicionament ambiental i l'aprenentatge.</p>

En la figura anterior es mostren els pensadors principals que han sustentat la visió antagònica que la conducta humana és el resultat de les influències del medi en què es desenvolupa l'individu (ambientalisme) i els que consideren que l'herència (hereditarisme) és la responsable del comportament dels individus.

Des del seu plantejament inicial, el debat herència-medi ha mostrat una tremenda bipolaritat i els canvis hi han tingut lloc pendularment. En un moment donat els arguments biològics imposen el seu criteri, mentre que en el període següent són els ambientals, i el moviment pendular sempre defineix el curs d'aquesta polèmica. El canvi de posició del pèndol no sempre ha estat provocat per descobriments o avenços en el coneixement de les causes que determinen la variabilitat psicològica, sinó que també hi han influït factors externs a la mateixa investigació psicològica, factors de naturalesa sociopolítica que de vegades han estat més importants que els coneixements

científics per a posicionar la polèmica en el pol hereditarista o ambientalista.



En els anys noranta i a l'inici del segle XXI, la creença que la genètica té un paper important en la determinació de les diferències individuals psicològiques ha cobrat més força que en la dècada anterior. Aquesta oscil·lació del pèndol cap a l'argument biologicista està alimentada enèrgicament pels avenços en la genètica, especialment en la genètica molecular, que pràcticament ha descodificat el genoma. En part aquesta creença ha basculat cap al determinisme genètic perquè durant els anys vuitanta una intensa investigació en genètica de la conducta sembla que va aportar noves dades per a confirmar arguments d'aquest tipus (Plomin, 1989). Tanmateix, encara que sembli estrany, els avenços en genòmica i en la nova proteòmica generen dades i coneixements nous que mostren la importància dels arguments ambientalistes i ajuden a comprendre'ls millor.

Qualsevol discussió sobre l'heretabilitat de la conducta i de la personalitat és complicada, no únicament pel fet que els psicòlegs normalment no coneixen bé la nova genètica (cosa que en part es justifica per l'enorme celeritat dels descobriments que l'afecten) sinó, i sobretot, perquè hi ha nombroses concepcions prèvies equivocades, a manera de prejudicis, que fan difícil desenvolupar una discussió útil de termes com *heretabilitat*, *interacció* i *variància ambiental*. I per això gran part de les polèmiques generades pel problema de l'herència dels trets psicològics estan en una mala comprensió o una mala formulació de les preguntes que cal resoldre i dels procediments utilitzats per la genètica de la conducta en la seva tasca científica. A més dels errors pel que fa a l'ús dels conceptes bàsics de l'herència, l'abús que s'ha fet de determinats descobriments genètics per part d'ideòlegs i polítics interessats ha provocat un efecte d'"halo negatiu" entorn d'aquest tipus d'investigacions. Aquest "halo negatiu" sosté una sèrie de mites erronis sobre la influència dels gens en el comportament humà, que provenen especialment de l'abús de l'evolucionisme i la genètica per part dels ideòlegs del racisme, l'eugenèsia i el darwinisme social (Zuckerman, 1990). Però el mal ús dels coneixements científics no determina, d'una manera necessària i suficient, que siguin erronis o incorrectes, tot i que sí que mostra que el fòrum adequat per a resoldre aquests problemes científics no és a les tribunes dels ideòlegs ni en el debat entre assagistes polítics, sinó en el si de la mateixa comunitat científica.



Mites erronis sobre la genètica

1. El determinisme biològic: tots som titelles que ballem subjectes a unes cordes que manegen únicament els nostres gens.
2. El nihilisme terapèutic: si una tendència és genètica, com ho és la vulnerabilitat a l'esquizofrènia o el trastorn depressiu bipolar, llavors no hi ha esperances per a la curació.
3. El conservadorisme sociopolític o la política social ultraliberal: si "tot és als gens", per què ens hem de preocupar per l'educació preescolar, l'educació sanitària (antidrogues), els entrenaments en assertivitat, etc.
4. El darwinisme social: la ciència justifica la inevitabilitat de l'*statu quo* social que hi ha, els dimonis de l'estratificació social són inevitables i les persones han d'aprendre a acceptar el "seu" lloc en l'ordre natural de les coses.
5. L'atavisme prehistòric: si la nostra psicologia està arrelada als gens, com que el nostre genoma va evolucionar en el plistocè i no ha canviat gaire des de llavors (des del neolític), el mil·lenni que ve, si sobrevivim, serà tan irracional i violent com aquest últim.

Al llarg de la història de la polèmica herència-medi s'ha canviat el problema mateix. Al començament la pregunta era: "els trets psicològics, són heretats o adquirits?". Després es va convertir en la següent: "d'un tret psicològic, quant s'hereta i quant s'adquireix?". I ara la pregunta és: "com afecten l'herència i l'ambient un tret psicològic?". Per dir-ho d'una altra manera més operacional, "quines vies segueixen els efectes bioquímics dels gens sobre la conducta?".

En resum, el debat sobre la primacia dels factors de l'herència o del medi en la causalitat de les diferències individuals psicològiques s'ha situat especialment en la discussió quantitativa, és a dir, en el coneixement de quant afecta l'herència i quant afecta l'ambient. Aquest problema s'ha resolt gràcies a dues aportacions:

1. Una aportació metodològica, que veurem més endavant i que consisteix en la utilització dels mètodes de la genètica quantitativa per a avaluar i estimar l'efecte quantitatiu dels factors que determinen la variabilitat interindividual psicològica.
2. Una altra aportació conceptual, que fa referència a la manera en què s'hereten o adquireixen les diferències individuals, és a dir, a conèixer els mecanismes d'acció dels factors genètics i ambientals.

Neiderhieser i Plomin (1991) destaquen que conèixer i descriure l'impacte quantitatiu de la genètica sobre els trets psicològics només és el primer pas en la investigació de les relacions entre aquests dos elements. Queda per descobrir l'impacte quantitatiu de nombrosos factors, com ara el desenvolupament, l'ambient familiar no compartit, etc., i el més important: conèixer el paper que tenen determinats gens específics sobre els trets psicològics. Aquest objectiu només es pot assolir amb les tècniques de genètica molecular modernes.



La variabilitat de la conducta complexa es deu tant als efectes genètics com als ambientals. Els mecanismes de determinació genètica de la variabilitat interindividual, i els ambientals, mai no es poden entendre com a mecanismes simples i d'acció aïllada, perquè sempre actuen conjuntament. Descriure'n els efectes no és una tasca fàcil i calen uns mètodes i unes tècniques sofisticats que la genètica ha desenvolupat col·laborant estretament amb la psicologia, amb la qual cosa s'ha demostrat que les influències genètiques i ambientals sobre la conducta són complexes i multifactorials.



ADN, gens i cromosomes

Th. Morgan, un biòleg que va descobrir, als anys trenta, la ubicació dels gens en els cromosomes, va dir: "Què són els gens? Ara que els hem localitzat en els cromosomes, tenim motius per a concebre'ls com a unitats materials, com a cossos químics? Els genetistes podran defugir aquesta pregunta durant un cert temps. Podrien treballar amb els gens com si fossin punts matemàtics en mapes abstractes". No va ser fins al 1953 quan Watson i Crick van descobrir la naturalesa química del gen en descriure l'ADN i la seva estructura. S'entreobria la porta de la biologia molecular, i cinquanta anys més tard la bioquímica i la genètica s'han convertit en la punta de llança dels avenços científics i han il·luminat la biotecnologia, que cada dia fa que algunes quimeres es converteixin en realitats.

Imatge del cariotip humà



Els trets psicològics tenen un component biològic determinant, perquè són el resultat d'un procés evolutiu que els ha seleccionat com a part integrant de la personalitat humana, ja que aquesta és la responsable de l'adaptació funcional de l'individu al seu medi. Els trets han d'estar codificats en termes genètics. En el codi genètic de l'espècie s'inscriuen totes les instruccions necessàries per al desenvolupament de qualsevol característica anatòmica, fisiològica o conductual de l'organisme. Això no exclou l'acció dels mecanismes ambientals, que són condició necessària per al desenvolupament individual. Les capacitats i els trets de personalitat no són una excepció.

En el cos humà hi ha prop d'un milió de milions de cèl·lules; cada cèl·lula té un nucli. Dins de cada nucli, al seu torn, hi ha vint-i-tres parells de cromosomes, quaranta-sis en total, i cadascun conté milers de gens, que són molècules proteiques. Cada soca de proteïna és una seqüència de generalment cent o més aminoàcids, que es presenten en vint varietats diferents, segons la manera en què s'uneixin tres bases químiques. En conjunt, aquests aminoàcids formen part de la molècula coneguda com a *ADN*. Cada vegada que la molècula es divideix i es replica es forma *ADN* nou. La nova rèplica és exacta a l'anterior. I des de cadascun dels vint-i-tres parells de cromosomes humans, alguns gens envien senyals amb la forma de noves proteïnes o a altres gens –i els activen o els desactiven– o a les cèl·lules que ocupen. Els senyals són instruccions. El nostre cos viu i respira gràcies a aquestes instruccions. Cada nen rep només la meitat dels seus gens de cadascun dels pares, i se sap que difereix en dos milions de parells d'*ADN* respecte de qualsevol dels seus germans. Les variacions no són únicament possibles, en alguns casos són molt notòries.

Dels sis milions de parells d'*ADN* dels cromosomes humans, els estranys sense parentiu entre ells només difereixen en uns sis milions. Així, la gran majoria dels nostres gens són assumpte compartit, idèntics en cada persona i representatius de la nostra espècie; tots posseïm ulls, cervells, cors, fetges i extremitats en cert nombre i en certa proporció, i tot treballa d'una manera determinada per un determinat temps, envelleix en cert lapse i a certa velocitat, i després cessa. En certa manera, els gens són responsables de tot això. Tanmateix, cadascun de nosaltres té prou variació genètica per a ser diferent. El to de la pell, l'alçada, el color dels cabells, l'estructura facial, l'actitud, el tipus de sang són, per exemple, característiques clarament singulars. Fins i tot els germans i germanes –concebuts a partir d'òvuls i esperma de la mateixa font– difereixen en dos milions de parells d'*ADN* i, segons la combinació dels gens, poden tenir un aspecte sorprenentment semblant o ser sorprenentment diferents (Neubauer i Neubauer, 1991).

La diversitat genètica es basa en l'organització diferent del material genètic, i això es pot entendre de maneres molt diverses. Si ens situem en una perspectiva bioquímica, la molècula d'*ADN* de cada individu és única per a aquest individu, i s'hi troben tots els gens que en formen el genotip; en canvi, si pensem en termes cel·lulars, sabem que els gens s'ordenen en cromosomes, que els cromosomes són estructures dobles que contenen els al·lèl·lormorfs d'un gen i que actuen durant la reproducció de manera que garanteixen la combinació dels gens paterns a l'atzar perquè després, en la següent combinació a l'atzar dels gens (que tindrà lloc durant la fecundació), sorgeixi una nova organització genètica única i característica per a cada individu (excepte per als bessons monozigòtics).

La variabilitat interespecífica es basa en el fet que els genotips de cada espècie són diferents, i la variabilitat intraespecífica es justifica en la dotació genètica diferent dels individus. Així, doncs, el material genètic s'ha de caracteritzar tant per garantir la identitat com la variabilitat. La molècula d'*ADN* reuneix aquestes dues característiques, té la peculiaritat de poder-se duplicar amb exactitud (garantia de manteniment de la identitat del missatge genètic), i n'hi pot haver de moltes formes diferents (és l'única possibilitat de garantir la variabilitat). Bàsicament la diversitat genètica en forma de genotip es fonamenta en la combinació diferent dels al·lèls dels gens característics d'una espècie, de manera que tots els individus d'una espècie tenen el mateix nombre de gens però combinacions al·lèliques diferents d'aquests gens. Aquestes combinacions úniques per a cada individu són el resultat de molts mecanismes que faciliten els canvis de les molècules d'*ADN*, els quals es deriven del mateix procés de la reproducció (mutacions, entrecreuament o *crossing-over*, etc.) i estan regulats majoritàriament per l'atzar, característica que facilita l'aplicació de l'estadística en els estudis genètics.



"En els nostres gens no hi ha conductes."

Bouchard (1993)

Mecanismes hereditaris

En molts camps de la genètica hi ha malentesos: un dels més estesos és la confusió habitual entre hereditari, familiar i genètic. En llenguatge col·loquial, en parlar de l'herència, se solen utilitzar com a sinònims termes que tenen significats lleugerament diferents però que cal distingir. S'han de diferenciar els termes *hereditari*, *genètic* i *familiar*, perquè tots es poden fer servir d'una manera imprecisa per a parlar del determinisme genètic.

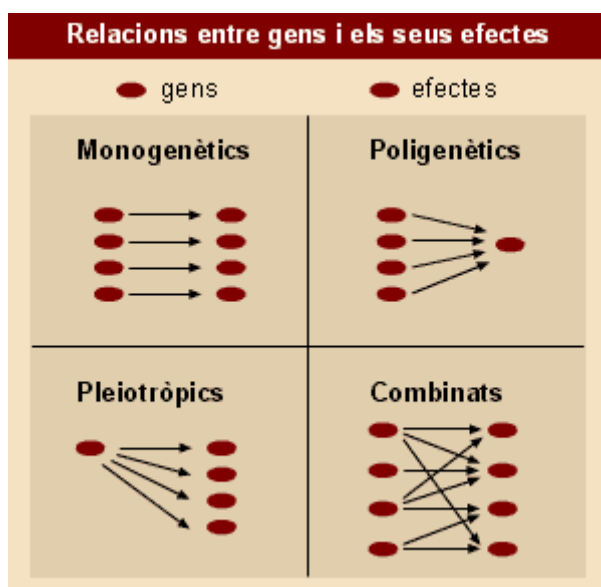
1. El mecanisme de transmissió genètica fa referència al fet que un caràcter està determinat per l'acció dels gens. Aquest mecanisme també és hereditari i familiar.
2. El mecanisme hereditari fa referència a la transmissió de pares a fills per mecanismes biològics no genètics i, per tant, és familiar i no necessàriament genètic.
3. El mecanisme de transmissió familiar fa referència al que es transmet de pares a fills per mecanismes no genètics ni vinculats amb l'herència biològica. Prové del context o ambient familiar compartit.

Així, per exemple, hi pot haver diferents tipus de retard mental influïts per aquests tres tipus de mecanismes de

transmissió de pares a fills. En el primer cas, el genètic, ho podem exemplificar en la fenilcetonúria. En canvi, la trisomia 21 o síndrome de Down és un cas de trastorn hereditari no necessàriament genètic, perquè l'etiologia d'aquest tipus de retard mental és cromosòmica (en la majoria de casos). Finalment, la idiòcia per hipotiroidisme és de naturalesa familiar i no genètica i es deu, en la majoria de casos, al fet que la dieta alimentària té insuficiència de iode en les fases precoces del desenvolupament individual.

Aquest no és el lloc adequat per a descriure exhaustivament les lleis i regles de l'herència genètica, però sí que és important assenyalar un tema important en l'estudi del determinisme genètic dels trets psicològics. Ens referim als mecanismes de l'herència genètica i les seves regles bàsiques.

La primera relació entre trets fenotípics i genètics, delimitada per Mendel, consisteix a determinar l'existència d'un gen (parell d'al·lels) per a cada tret discret (o unitat). Aquest tipus d'herència es coneix com a *herència monogenètica*. Normalment l'herència monogenètica serveix de model per als estudis generals de l'herència, però en la realitat rarament es dona, perquè la majoria de trets fenotípics no se solen distribuir entre els individus com a variables discretes. En el camp del comportament, entenent la conducta com un caràcter fenotípic, les categories discretes de conducta són rares i artificials, tot i que es fan servir per a discriminar malalties o símptomes amb una voluntat taxonòmica. Això que és corrent en la medicina ens porta a sentir freqüentment que una malaltia determinada és vehiculada genèticament per un gen; és corrent parlar del gen de la fenilcetonúria (FCU), malgrat que aquestes malalties no corresponen al concepte de tret discret que es fa servir normalment en la genètica. Les influències de gens simples en els trets de comportament són més aviat escasses.



Un altre tipus de relació entre els gens i els trets fenotípics és l'herència poligenètica, molt més freqüent que l'anterior i per la qual diem que un conjunt de gens determina un tret fenotípic; aquesta herència genètica tant es pot assignar a un tret distribuït com a una variable discreta, un tret distribuït o una variable contínua (quocient intel·lectual, extraversió, alçada, etc.). *Poligènesi* vol dir que la variació normal de la conducta està influïda per diversos gens, cadascun dels quals influeix en una determinada petita proporció en les diferències entre individus. Aquest tipus d'herència presenta nombrosos aspectes tècnics, ja que el tret fenotípic pot estar determinat per la relació additiva entre els gens implicats o bé per la seva relació interactiva, o per una combinació de totes dues. També pot ser el resultat d'una determinada relació dels gens en presència d'un factor no genètic precís (epístasi). L'herència del color dels cabells i l'alçada són exemples característics d'aquest tipus. Generalment els trets fenotípics heretats d'una manera poligènica es distribueixen en la població seguint una distribució contínua. La majoria dels trets psicològics de diferències individuals s'hereten, en aquest sentit, poligenèticament. Aquests trets també estan afectats pels factors ambientals, i la combinació d'aquests efectes ambientals i dels efectes genètics (en què s'impliquen diversos gens) té com a resultat una distribució normal del tret en una població d'individus. Aquest tipus d'herència és el més corrent pel que fa als caràcters de conducta i, sens dubte, als trets psicològics.

Un altre tipus d'herència és la que relaciona un gen amb un caràcter fenotípic que es distribueix com una variable contínua. S'anomena *pleiotropia* i també és freqüent en la genètica de la conducta. *Pleiotropia* vol dir que hi ha efectes indirectes múltiples d'un gen sobre la conducta. Si *poligènesi* vol dir que diversos gens afecten una conducta, *pleiotropia* vol dir que un gen afecta diverses conductes. Per exemple, el gen humà per a l'anèmia falciforme, que determina l'estructura de l'hemoglobina sanguínia, també actua sobre el desenvolupament i la salut del portador.

Els conceptes d'herència poligenètica i pleiotròpica són molt importants en l'herència dels trets psicològics, perquè s'hi considera la important missió dels mecanismes ambientals. L'anàlisi monogenètica de l'herència és d'escassa aplicabilitat a la genètica de la conducta humana. Un exemple pròxim fa referència a les relacions dels gens amb el cervell. S'ha estimat que el cervell humà adult disposa d'uns cent bilions de neurones, i cadascuna, d'unes mil cinc-cents sinapsis. En cada sinapsi hi ha un milió de molècules de neurotransmissors que poden afectar la neurona. Aquesta complexitat fa impensable la consideració que un sol gen (que actua en la síntesi molecular) actuï

d'una manera significativa en l'activitat d'un sistema neuronal que tingui influències en les diferències individuals en el comportament.

El segon aspecte important en relació amb els mecanismes de l'herència el veurem en el nucli de coneixement "Influència indirecta dels gens sobre el comportament i els trets psicològics". Aquest aspecte està relacionat amb la manera en què actuen els gens per a influir en el comportament i on ho fan. L'acció dels gens sobre la conducta és indirecta i hi intervé el metabolisme cel·lular, amb la qual cosa la fa molt susceptible al fet que l'ambient en modifiqui els efectes. Malgrat aquesta modificabilitat, el seu efecte és molt estable en la majoria de les accions. El gen, fragment de la molècula d'ADN, actua directament sobre la síntesi de proteïnes de l'organisme mitjançant la determinació dels enzims. Per tant, tota acció dels gens sobre la conducta està mediatitzada pel metabolisme enzimàtic i proteic i actua sobre diferents llocs de l'organisme (com el cervell) i en determinats moments del desenvolupament (embrió, fetus, adult, etc.), amb la qual cosa s'incrementa la relació d'incertesa de la determinació genètica sobre el comportament. Aquest tipus de fenomen l'ha descrit perfectament S. Benzer en un important article que representa aquest enfocament titulat "Dissección genética del comportamiento" (1978), en què demostra com es poden modificar determinades pautes motrius en mosques del vinagre interferint en l'organització de nuclis nerviosos durant l'embriogènesi. Més a prop dels subjectes humans hi ha els treballs entorn de la deficiència mental per fenilcetonúria (FCU), (Cavalli-Sforza i altres, 1975), els quals han demostrat que una acció ambiental (eliminació de la fenilalanina en la dieta del lactant) correcta i en el seu moment pot evitar la deficiència mental, malgrat el fet que sigui en el genotip del nen, perquè evita que la ruta metabòlica d'aquest aminoàcid es converteixi en una via de producció massiva d'una substància tòxica que deteriora el cervell d'aquests nens.



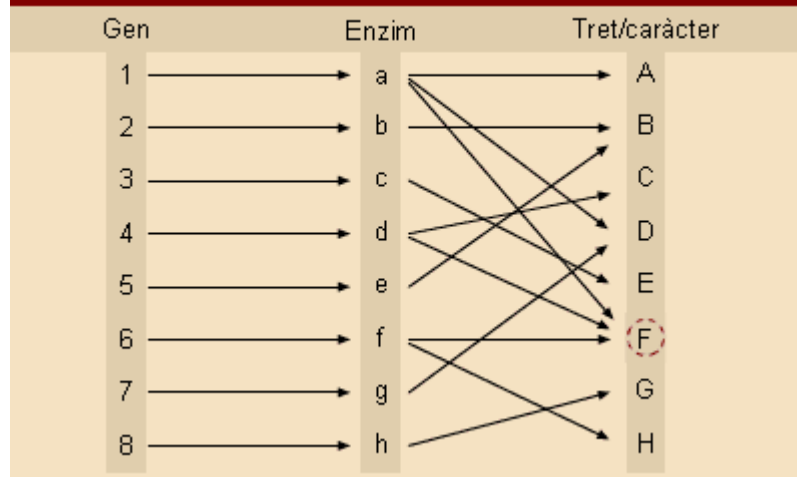
Un instint, igual que un gen, és una espècie de memòria, un regal del temps. El regal confereix uns avantatges enormes a tots els que el posseeixen. Naixem sabent mil coses que no podríem tornar a inventar en tota una vida si haguéssim de començar des de zero.

J. Weiner (2000). *Tiempo, amor, memoria* (pàg. 106). Barcelona: Círculo de Lectores.

Influència indirecta dels gens sobre el comportament i els trets psicològics

És freqüent sentir a parlar de l'existència del gen de l'agressivitat, el gen de l'ansietat i similars; és a dir, que hi ha un gen per a cada tipus de comportament o disposició psicològica. Tanmateix, la veritat és que hauríem de parlar simplement de l'existència de gens que influeixen en les diferències individuals en agressivitat, ansietat i altres trets psicològics o de comportament. No hi ha gens de la conducta, com no hi ha gens de la bellesa o del càncer. Els gens són estructures químiques que actuen en la fabricació de proteïnes en el metabolisme cel·lular i per això, per complexes vies majoritàriament desconegudes, a l'últim influeixen indirectament en la conducta. Així, doncs, no hi ha gens particulars de conductes particulars. Quan es diu que els gens poden afectar en l'alcoholisme, no vol dir que hi hagi un gen que ens faci consumir importants quantitats d'alcohol d'una manera irremissible, sinó que hi ha factors que influeixen en la nostra sensibilitat a l'alcohol i que aquesta sensibilitat ens predisposa a beure més quantitat, i per això hi ha la raó d'un risc d'alcoholisme més elevat. D'una manera similar, hauríem de justificar els efectes genètics en l'esquizofrènia partint de l'existència d'una sensibilitat més important de l'SNC a l'estrès (Plomin, 1990). En els últims vint-i-cinc anys ha incrementat d'una manera exponencial el nostre coneixement sobre els gens i la seva activitat i efectes en els complexos fenòmens de la conducta i els trets psicològics. D'entre els nombrosos gens estimats que componen el genoma humà es considera que un 30% afecta d'una manera primària o directa, més o menys, el cervell, i un gran nombre dels restants té efectes indirectes sobre el funcionalisme de l'SNC (Gilger, 1995). Conseqüentment, podem deduir que els gens afecten d'una manera indirecta nombroses facetes del comportament humà.

Relacions entre gens i trets. Efecte de poligènesi/polimorfisme



Els gens 1, 4 i 6 afecten el caràcter F.

Com poden afectar els gens la conducta i els trets psicològics? De quina manera simples molècules químiques, com l'ADN, que són en cadascuna de les cèl·lules del nostre organisme, es poden relacionar amb fenòmens tan complexos com poden ser les capacitats intel·lectuals o un tret temperamental? En altres paraules, ens podem preguntar "com influeixen els gens en la conducta?".

El camp de la genètica ha fet un extraordinari salt endavant des del descobriment de la doble hèlix i l'admissió de l'ADN en el nostre vocabulari habitual fins als resultats de l'enginyeria genètica, que ja són una realitat en la pràctica mèdica. Gairebé diàriament es publiquen noves troballes que confirmen el rol central que els gens exerceixen en la nostra vida. Així, per exemple, recentment s'ha descobert un gen de la malaltia d'Alzheimer, una malaltia mental que afecta una porció important dels ancians de la nostra societat occidental, localitzat en una petita regió del cromosoma humà número 21. Altres investigadors afirmen que s'ha localitzat un dels molts gens que causen els trastorns maniacodepressius a prop de la punta del cromosoma 11, i el de la malaltia de Huntington en el cromosoma 4. Aquí en el nostre entorn, a Barcelona, l'Institut d'Investigació Oncològica ha proposat un gen, situat en el cromosoma 15, com a fonament de l'agorafòbia.



SOCIEDAD

El descubrimiento explica otros trastornos de ansiedad, como la agorafobia o la fobia social

La alteración genética consiste en que una parte del cromosoma 15 está repetida
LOS ÚLTIMOS AVANCES EN BIOMEDICINA

Los científicos localizan el gen del pánico

El 7% de la población tiene la alteración genética, pero no todos sufren ataques

La Vanguardia - 04.00 horas - 10/08/2001

JOSEP CORBELLA

BARCELONA. - Una de cada treinta personas sufre un ataque de pánico por lo menos una vez en su vida. La persona experimenta una pérdida total del control, la atenaza un miedo atroz y tiene la sensación de que va a morir. "Dura unos cinco minutos, pero son cinco minutos horripilantes, un verdadero infierno", explica el psiquiatra Antoni Bulbena, del hospital del Mar.

Psiquiatras y genetistas se han preguntado durante años, y durante años se han quedado sin respuesta, qué hace que algunas personas, y el doble de mujeres que de hombres, caigan en la espiral del pánico cuando la gran mayoría de la población nunca llega a perder el control. Ahora, un equipo de investigación dirigido por el genetista Xavier Estivill, del Institut de Recerca Oncològica, y por Antoni Bulbena ha identificado una alteración genética que explica el 97% de los ataques de pánico. Esa alteración genética, que consiste en que una parte del cromosoma 15 está repetida, también parece estar en el origen de otros trastornos de ansiedad como la agorafobia (que incluye el miedo a espacios abiertos o cerrados), la fobia social (que incluye el miedo a hablar en público) o la ansiedad crónica.

El descubrimiento ayudará a la detección precoz de las personas que tienen un riesgo alto de sufrir un ataque de pánico. "De este modo, podremos actuar antes de que se produzca el ataque de pánico y evitar que se desencadene", declaró ayer Antoni Bulbena. A más largo plazo, el descubrimiento permitirá mejorar los tratamientos contra los trastornos de ansiedad. Una vez se comprenda el mecanismo concreto por el que la alteración genética en

el cromosoma 15 contribue a la ansietat, "podremes entendre millor c3mo actuen los f3rmacos que utilitzamos y desenvolupar f3rmacos aun m3s eficaes", declar3 Xavier Estivill.

Los investigadores advertieren, de todos modos, que no hay una relaci3n directa de causa-efecto entre la alteraci3n gen3tica y el ataque de p3nico. La prueba: aunque el 97% de quienes sufren ataques de p3nico tiene la alteraci3n, s3lo entre el 37% y el 63% de los que tienen la alteraci3n acaban sufriendo un ataque.

En la pr3ctica, esto significa que las personas sin la alteraci3n gen3tica, que representan el 93% de la poblaci3n, tienen un riesgo casi nulo de sufrir un ataque, y que ese 7% de la poblaci3n que s3 tiene la alteraci3n no tiene por qu3 sufrir un trastorno de ansietat. "Los factores ambientales son decisivos", advierte Xavier Estivill.

El inter3s de la investigaci3n, sin embargo, va m3s all3 de los ataques de p3nico y los trastornos de ansietat. Por un lado, porque por primera vez identifica una alteraci3n gen3tica que predispone a sufrir una enfermedad psiqui3trica. Pero sobre todo porque ha descubierto un mecanismo de alteraci3n gen3tica desconocido hasta ahora para los m3dicos. Este mecanismo "no se puede detectar con la t3cnica de an3lisis masivo del genoma y explica por qu3 la compa1a Celera (l3der mundial en investigaci3n gen3mica) no ha conseguido identificar la alteraci3n de los trastornos de p3nico", declar3 ayer Estivill.

En este sentido, la investigaci3n abre un nuevo cap3tulo en el estudio de enfermedades complejas en las que la herencia gen3tica es un factor de riesgo pero no una causa.

Estas enfermedades, en las que la t3cnica de Celera no ha conseguido identificar por ahora los genes implicados, abarcan desde la depresi3n al asma pasando por la osteoporosis, la diabetes o la propensi3n a tener un exceso de colesterol. Tal es la relevancia de la investigaci3n dirigida por Bulbena y Estivill que la revista "Cell", la publicaci3n de investigaci3n biom3dica m3s importante del mundo, le dedica hoy su portada.

Se trata de la primera vez que un trabajo de un equipo de investigaci3n catal3n es aceptado por "Cell". Curiosamente, en el mismo n3mero de la revista se presenta hoy una investigaci3n sobre la gen3tica de la patata de otro equipo de Catalu1a.

El descubrimiento de la alteraci3n gen3tica en el cromosoma 15, llamada DUP25, es el fruto de un trabajo de m3s de diez a1os iniciado cuando el psiquiatra Antoni Bulbena se percat3 de que gran parte de los pacientes que acud3an a su consulta hab3an pasado antes por el servicio de reumatolog3a. Bulbena descubri3 que las personas con laxitud en las articulaciones ten3an m3s riesgo de sufrir trastornos de ansietat, un hallazgo que en aquel momento algunos m3dicos consideraron inveros3mil.

Diez a1os despu3s, el enigma se ha resuelto. Una regi3n del cromosoma 15 que contiene genes relacionados con ambos trastornos est3 duplicada en aproximadamente el 7% de la poblaci3n. Los investigadores han identificado 23 genes en esta regi3n aunque no saben todav3a cu3l (o cu3les) est3 relacionado con la ansietat y cu3l con la laxitud.

Com hem dit abans, 3s freqüent trobar notícies en les publicacions peri3diques i de divulgaci3 científica sobre el descobriment del gen de l'agressivitat, el de la conducta antisocial i el "gen aventurer". El "gen aventurer" 3s el que predispone l'individu a "tenir un car3cter extravertit, a ser amant de les emocions fortes, a saber resoldre situacions compromeses d'una manera eficaç i ser curi3s per naturalesa" (potser la base del temperament del cercador de sensacions). Sembla que s'ha identificat com el gen D4DR situat en el cromosoma 11 (Zuckerman, 1991). Amb el temps pot ser que s'identifiquin els milers de gens de cadascun dels vint-i-tres parells de cromosomes humans, els mateixos maons de la vida identificats micropolzada per micropolzada en els mapes cromos3mics (Neubauer i Neubauer, 1991). Aquest objectiu 3s un dels que s'han proposat en l'anomenat *Projecte del genoma hum3*.

La conducta, els h3bits, els trets de personalitat, la intel·lig3ncia i fins i tot el pes i l'alçada no s'hereten. Aquests fen3mens s3n fenotips i, com a tals, estan influ3ts pels genotips, per3 no en s3n 3nicament l'expressi3 directa. Els gens, per la seva acci3 reguladora sobre el funcionalisme i l'estructura del sistema nervi3s, influeixen en les funcions cognitives, emocionals i en la conducta que emergeix del sistema nervi3s i que 3s pr3pia de l'individu. Aix3, doncs, moltes conductes o trets depenen d'aquest tipus d'acci3 biol3gica mediada.



El primer gen del lenguaje acelerará la comprensión de esta habilidad humana

La discusión se centra en la existencia o no de estructuras cerebrales innatas

Tom Whitfield

La familia KE tiene problemas de lenguaje. Los miembros de varias generaciones hablan "como si cada sonido les costara el alma", según un investigador. Luchan por controlar los labios y la lengua, por formar palabras y por utilizar y comprender la gramática. "Para el oyente no entrenado, su discurso es prácticamente ininteligible", explica el experto en genética Anthony Monaco, de la Universidad de Oxford.

Investigadores dirigidos por Monaco han descubierto recientemente que existe un gen que, cuando no funciona, provoca la interrupción del discurso. El gen, que es el primero que se ha vinculado definitivamente con el lenguaje, activa y desactiva otros genes, y de esta forma podría orientarnos por una red genética de aprendizaje y uso del lenguaje. Descubrir un gen es como descubrir un componente de un coche. Parece útil, como si formara parte de un mecanismo más amplio. Pero no sabemos lo que hace, con qué otros componentes se relaciona, ni tampoco que aspecto tiene. "Es un sistema increíblemente complejo, y sólo hemos logrado vislumbrarlo", comenta Michael Tomasello, psicólogo del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig (Alemania).

Probablemente no haya que esperar mucho para que aparezcan más componentes. Los expertos en genética están sobre la pista de otros genes que controlan el desarrollo cerebral y que afectan a una serie de trastornos mentales. La secuencia del genoma humano les permite hacer gran parte del trabajo de campo en un ordenador "y ahorra con ello lo que solían ser meses de trabajo", dice Robert Plomin, experto en genética del comportamiento del Instituto de Psiquiatría de Londres.

El estudio del lenguaje divide a los investigadores casi tan radicalmente como los idiomas dividen a los hablantes. Discrepan sobre si las habilidades lingüísticas son una característica innata de nuestra biología o un producto de nuestras relaciones sociales. Mantienen opiniones distintas sobre si los centros cerebrales del lenguaje sólo están especializados en estas tareas, o si forman parte de nuestra maquinaria mental general.

La controversia se centra en las teorías planteadas por primera vez por Noam Chomsky en 1959. El hecho de que los niños aprendan a hablar sin instrucciones, y de que los adultos construyan un número infinito de oraciones nuevas a partir de un número finito de palabras, convenció a Chomsky de que los humanos nacen con una *gramática universal*, una serie de reglas sobre la estructura del lenguaje. Cuarenta años después, esta idea sigue siendo polémica. "Hay que decidir en que bando se está, no hay muchas posibilidades de mantenerse imparcial", señala Bruce Tomblin, que estudia la genética de los trastornos del habla en la Universidad de Iowa. Por ejemplo, Tomasello cree que es precisamente nuestra capacidad de utilizar símbolos abstractos lo que distingue a los humanos del resto de los animales, y es más probable que de alguna forma esté codificado genéticamente. La gramática, dice, "emerge históricamente; es un producto sociológico, no genético".

No es necesario creer en genes lingüísticos especiales para creer, como Chomsky, en unas estructuras cerebrales del lenguaje especializadas y exclusivamente humanas. "No creo que haya genes sólo para el lenguaje, sino más bien que los genes construyen estructuras cerebrales de manera que informan a los niños sobre lo que deben esperar", dice Martin Nowak (Instituto de Estudios Avanzados de Princeton). "Es imposible aprender un idioma si no tenemos una estructura cerebral definida para esperarlo".

El País, miércoles 24 de octubre de 2001



Les causes que produeixen les diferències individuals psicològiques s'agrupen tradicionalment sota dos epígrafs: *nature* enfront de *nurture*, que resumeixen dos tipus de factors diferents.

Al llarg del segle XX els arguments a favor de les causes naturals s'han contraposat a les causes socials i s'han substituït per aquestes. Aquest canvi d'arguments continua el moviment pendular oscil·lant d'una posició a l'altra d'una manera antagònica.

Els estudis de genètica han descobert, en els últims anys, que l'aproximació més eficaç per a saber com els gens afecten la conducta és la biologia molecular i la bioquímica, també en l'estudi dels trets psicològics.

Els estudiosos de la genètica molecular han descrit, en alguns casos, com l'acció metabòlica dels gens és la mediació que els relaciona amb el comportament.

La variabilitat del comportament i la seva gènesi

Introducció

Per a la genètica, com per a la psicologia diferencial, l'estudi de la variabilitat sempre es relaciona amb grups d'individus que poden ser poblacions, races o espècies. És ben conegut que els trets mentals es distribueixen en aquests grups d'una manera diferent, però la més usual és la variació contínua. També es pot donar la variació discreta d'aquests trets, però és menys freqüent. Tant la genètica de la conducta com la psicologia diferencial pretenen de descriure i, sobretot, d'explicar aquest fenomen de variabilitat dels caràcters (trets) conductuals dels individus.

La genètica de la conducta s'enfronta a qüestions com les següents:

1. Fins a quin punt la variació genètica correspon a la variació del comportament?
2. De quina manera i en quin grau interaccionen els gens i l'entorn?
3. És variable l'efecte i l'expressió dels gens al llarg del desenvolupament de l'individu?
4. Quina és la naturalesa de l'acció dels gens sobre la conducta i els trets psicològics?

Aquestes preguntes no s'adrecen generalment a l'individu, sinó a la població o grup d'individus, perquè es basen en comparacions entre variàncies, no entre puntuacions mitjanes de grups per a un tret o comportament determinat. Les conductes són el resultat de l'impacte específic de les situacions i els factors de les situacions són les causes proximals del comportament. Un individu arriba a una situació amb un conjunt de característiques permanents que influeixen en la forma i la manera en què el subjecte percep i viu la situació. Aquests factors conjuntament, els individuals i els situacionals, determinen la conducta en cada instant temporal. Els factors genètics tenen capacitat explicativa en un sentit de causalitat distal, són factors explicatius antecedents i no estan en conflicte amb altres factors, com l'aprenentatge social o els processos culturals. La influència rellevant de cada tipus d'explicació (proximal i/o distal) i com interactuen és un problema empíric que s'ha de resoldre específicament (Bouchard, 1993).

La descomposició lineal de la variància fenotípica

A partir del model bàsic de la genètica segons el qual el fenotip és el resultat de la interacció dels gens per l'ambient, $F = G \times A$, la genètica quantitativa ha desenvolupat diferents procediments matemàtics que permeten de descompondre la variabilitat del comportament en els seus factors causals. En aquest projecte de dividir la variància causal de la variabilitat interindividual, la genètica quantitativa ha desenvolupat una explicació tant dels factors genètics com dels ambientals.

El model bàsic de descomposició de la variància fenotípica considera que la variabilitat d'un tret, aquí representat per la distribució de les mesures psicomètriques dels trets psicològics, es pot descompondre en la suma dels efectes produïts per dues fonts de variància diferents, que són la genètica i l'ambiental, més l'efecte de la covariància de totes dues fonts de variabilitat, més l'efecte de la interacció de les dues fonts de variància i un factor d'error. Expressada en forma matemàtica, quedaria de la manera següent:

$$V(F) = V(G) + V(A) + 2 \text{Cov}(G)(A) + V(G \times A) + V(e) \quad (1).$$

On:

$V(F)$ = variància fenotípica de la població

$V(G)$ = variància genètica

$V(A)$ = variància ambiental

$\text{Cov}(G)(A)$ = covariància gens i ambient

$V(G \times A)$ = variància de la interacció gens per ambient

$V(e)$ = variància de l'error

Cal comentar aquesta fórmula que resumeix l'interès que té la genètica quantitativa per a la psicologia diferencial, perquè ens permet d'introduir la idea de la variabilitat del comportament, les seves causes i la seva contribució diferencial en la variabilitat dels trets de comportament.

Cadascun dels components bàsics en què es descompon la variància fenotípica es pot descompondre, al seu torn, en d'altres de més elementals. Així, la variància genotípica es pot descompondre en els efectes genètics additius $V(Ga)$, els efectes genètics per dominància $V(Gd)$ i els efectes genètics epistàtics $V(Ge)$. De la mateixa manera, la variància ambiental es descompon en els efectes ambientals compartits $V(Ac)$ i els efectes ambientals no compartits o específics $V(Ae)$ (vegeu Plomin i altres, 1984, per a una descripció més analítica d'aquests aspectes i les seves aplicacions).

Tots els dissenys actuals de la investigació empírica de l'herència del comportament i dels trets psicològics es basen en la lògica derivada de la descomposició de la variància fenotípica en els seus diferents components.

La variància fenotípica correspon a la variabilitat d'un tret. En el nostre cas podria ser la intel·ligència quantificada en termes de quocient intel·lectual o qualsevol tret de personalitat mesurat per un qüestionari, en una mostra d'una població; per tant, està subjecta a les seves característiques mostrals.

Els factors genètics

La variància genètica, provocada pels gens, és el resultat de tres factors diferents, que són la variància genètica per additivitat, la variància genètica per dominància i la variància genètica produïda per l'efecte de l'epístasi. Aquests efectes representen diferents tipus d'acció dels al·lèls genètics en l'herència poligènica. Així, quan considerem els efectes additius dels gens, ens referim al fet que els efectes de tots els al·lèls que afecten un tret simplement se sumen; quan ens referim a la dominància parlem d'una desviació sobre l'efecte genètic additiu provocada per la interacció entre al·lèls d'un mateix *loci*, i la variància genètica epistàtica refereix a la desviació de l'efecte additiu provocada per la interacció entre els *loci* dels al·lèls (Plomin i altres, 1984). Com veurem en els apartats referents a l'heretabilitat i als estudis amb bessons i adopcions, les diferències entre aquests components de la variància genètica tenen conseqüències importants. Per tant, els efectes de la variància genètica s'han de dividir en tres fonts diferents:

$$V(G) = V(Ga) + V(Gd) + V(Ge).$$

Els factors ambientals

El component ambiental, és a dir, la variància produïda en el fenotip i que s'ha d'atribuir als factors de l'entorn, també es pot descompondre en dos components més específics i la importància dels quals ha posat en relleu la investigació moderna sobre l'herència del quocient intel·lectual i de la personalitat. La variància ambiental s'ha de descompondre en la variància provinent de l'ambient comú o compartit i la variància de l'ambient no compartit o específic. De la mateixa manera que entre els membres d'una família hi ha diferents graus de comunalitat genètica, també hi ha diferents graus de comunalitat ambiental. Així, en el context de la unitat familiar els efectes de l'ambient es divideixen en dos. D'una banda, els efectes que provenen dels factors comuns a tots els membres d'una mateixa família, com per exemple l'estatus socioeconòmic, que determinen la variància de l'ambient comú o compartit, també anomenat *variabilitat interfamiliar*. De l'altra, dins una mateixa família hi ha un conjunt de factors que n'afecten els membres d'una manera específica: l'edat, el sexe, els amics, l'escola, etc. determinen un conjunt de factors que produeixen l'anomenada *variància ambiental específica* o *variabilitat intrafamiliar*. Aquest esquema de descomposició additiva de la variància ambiental permet de dissenyar estudis per a estimar el valor d'aquests dos components quantitativament. La variància ambiental comuna (interfamiliar) fa referència a les diferències ambientals sistemàtiques entre famílies, que afavoreixen l'aparició de diferències en els trets de conducta de les generacions filials però no entre les que s'han criat juntes en la mateixa família. En oposició a aquest tipus de variància hi ha la que anomenem *variància ambiental específica* o *intrafamiliar*, que produeix diferències entre els individus de les generacions filials que s'han criat junts en la mateixa família.

Les interaccions gens i ambient

A més dels components de la variància fenotípica més característics, com són la variància genètica i l'ambiental, la

fórmula de la descomposició lineal de la variància ens presenta altres components que s'han d'analitzar. La resta de components de la descomposició de la variància fenotípica, els més complexos, provenen de la correlació entre gens i ambient, i de la interacció gens per ambient.

La correlació gens-ambient és un component de gran significat psicològic i que permet de comprendre millor l'acció dels individus en l'ambient i el lloc exacte que ocupa el determinisme genètic en la causalitat de les diferències individuals. La covariància dels gens per l'ambient fa referència a la correlació entre l'ambient i el genotip en la població. Aquest component es refereix als efectes de l'exposició diferencial dels individus als ambients. Així, si un nen amb un genotip que el disposa a un nivell d'intel·ligència elevat també és criat i educat en un ambient ple d'avantatges per al seu desenvolupament intel·lectual, aquests factors covarien positivament. Una part d'aquesta covariància és, per si mateixa, resultant dels efectes del genotip, perquè espontàniament aquests nens passen més temps llegint i fent altres activitats intel·lectuals. Pot ser de diferent signe, positiva o negativa, per exemple, perquè els nens amb una dotació genètica intel·lectual important se solen desenvolupar en medis educacionalment més afavoridors de les habilitats cognitives. Aleshores la correlació entre gens i ambient serà positiva. La correlació gens-ambient pot ser de diversos tipus –activa, passiva o reactiva (vegeu Plomin i altres, 1984)–, i ens indica que no hi ha un únic efecte de l'ambient sobre els gens igual per a tots els subjectes, i viceversa.



Tipus de correlació gens per ambient:

1. **Correlació passiva:** quan els individus reben tant un tret genètic com una influència ambiental que facilita el desenvolupament d'aquest tret. Per exemple, l'aptitud verbal rebuda de pares que tenen un alt nivell d'aquesta capacitat es complementa pel desenvolupament en un ambient d'alt nivell d'eficàcia en l'ús de les habilitats verbals.
 2. **Correlació activa:** quan els individus no són simples receptors passius d'un ambient i uns gens, busquen activament quins ambients s'adeqüen a les seves exigències genètiques. Així, els nens molt intel·ligents solen buscar la companyia de nens similars en aquest tret.
 3. **Correlació reactiva:** quan les persones poden reaccionar davant les diferències genotípiques entre individus que proporcionen un ambient que reflecteixi i correlacioni amb les dificultats genotípiques.
-

A més del component de la correlació gens per ambient, tenim un altre component que és el resultat de la combinació dels dos principals. El component variància de la interacció gens per ambient representa l'efecte de la interacció pròpiament estadística dels dos factors especificats. Els gens i l'ambient poden no ser independents, és a dir, estar relacionats d'alguna manera, i d'aquesta relació pot sorgir un efecte específic sobre la variabilitat del fenotip. La combinació de certs gens i certs elements de l'ambient pot tenir efectes específics, que queden reflectits en el component de la interacció. Aquest component és important conceptualment, ja que ens vol dir que no tots els efectes ambientals són iguals per a tots els individus i, per tant, el tractament que s'ha de donar a les relacions herència-ambient també depèn del genotip del subjecte. Per exemple, si s'entrena un grup de subjectes per a resoldre tests de quocient intel·lectual i el quocient intel·lectual de cadascun dels subjectes entrenats s'incrementa en deu punts, direm que l'efecte ambiental és additiu i que, per tant, els efectes d'aquest factor d'entrenament formen part del component variància ambiental. Si, al contrari, administrem una substància farmacològica com l'àcid glutàmic, que té més efecte en l'augment del quocient intel·lectual per als genotips amb quocient intel·lectual baix que per als genotips de quocient intel·lectual alt, i que no té cap efecte en les mitjanes, llavors aquest factor ambiental interactua amb el genotip per a produir diferents fenotips. Aquest tipus de variància es denomina *variància de la interacció gens per ambient*.



Vegem un exemple plausible dels efectes i influències genètiques i ambientals sobre la conducta antisocial d'una persona. Suposem que un individu, parcialment a causa de les seves disposicions genètiques, té un nivell d'impulsivitat i del tret de cerca de sensacions elevat i nivells d'empatia baixos. Neix en una família religiosa conseqüent amb les seves creences i durant la infantesa va al col·legi i a la parròquia, i comparteix amb els seus pares un entorn que té visions negatives sobre els comportaments antisocials i immorals. A pesar que durant aquest període pot tenir certs comportaments "asocials", generalment es resolen o acaben en baralles al col·legi o poca cosa més. Quan és a l'institut o durant l'ensenyament secundari, la probabilitat de relacionar-se amb nois de la seva edat de diferents orígens socials i maneres de ser i creure el portarà a seleccionar i agrupar-se amb altres nois interessats per les activitats de risc, els comportaments rebels, etc. Amb el temps aquesta selecció es va aguditzant i el grup es pot interessar pel consum de drogues o per portar a terme comportaments antisocials. Parcialment és per aquesta via que la manera de ser genèticament predissenyada tria certs ambients que faciliten el desenvolupament de trets temperamentals concrets i que aquesta activitat és dirigida, i hi tenen poc a veure els períodes inicials infantils en què l'entorn familiar era antagonic a aquest resultat. Aquest exemple és adequat per a considerar l'anomenada *interacció gens per ambient* i rebutjar especialment la idea que el subjecte és "un receptor passiu de les influències ambientals", perquè, al contrari, és un actiu "constructor d'ambients" mitjançant la seva acció selectiva.

Per fi, ens queda l'últim terme de descomposició de la variància fenotípica, la variància de l'error. Aquesta variància té una gran importància, perquè fa referència a l'error que es produeix en l'estimació del tret que constitueix el fenotip que estudiem. Aquest terme és molt important, ja que en general, segons Zuckerman, pot representar entre un 15% i un 25% de la variància total del fenotip. Habitualment aquest terme d'error s'analitza com si formés part de la variància ambiental i, per tant, n'exagera la importància en detriment de la variància genètica (Zuckerman, 1990).

Els models de la genètica quantitativa permeten de fer comparacions entre diferents grups de parentiu i així, amb procediments multivariables, modelitzar i estimar el valor dels components de la variància fenotípica, que després es podran contrastar amb les dades empíriques. La combinació de diferents dissenys d'investigació de la genètica de la conducta permet de fer estimacions dels diferents components de la variància fenotípica i així poder disposar de valors quantitius d'aquests components.

Els dissenys actuals de la investigació empírica de l'herència de les diferències individuals es basen en aquests conceptes descrits a partir de la descomposició de la variància fenotípica en els seus diferents components. Els càlculs d'estimació de l'heretabilitat també depenen d'aquests conceptes, perquè els valors quantitius que es relacionen amb el càlcul de l'heretabilitat, com veurem en el nucli de coneixement "L'heretabilitat", provenen de les estimacions de les variàncies genotípica, ambiental i les seves derivades.

L'heretabilitat

A partir de la fórmula de la descomposició de la variància que hem anat descrivint i amb diferents dissenys d'obtenció de dades, es pot obtenir un índex quantitiu que reflecteix el pes de cadascun dels factors que s'inclouen en la fórmula (1). Aquest índex és d'una gran simplicitat conceptual, però també és motiu de molts malentesos. En primera instància és un índex estadístic i, per tant, s'ha d'interpretar en aquest sentit com a tal. Ens indica la part proporcional de la variació fenotípica que està produïda per la variació genotípica en una població determinada.

L'índex d'heretabilitat oscil·la entre zero i u, i s'entén que un caràcter fenotípic absolutament i completament hereditari mostraria un valor d'u en aquest índex. Recordant la fórmula de descomposició de la variància fenotípica que hem exposat i els components que fa servir la genètica quantitativa per a explicar la variabilitat fenotípica, s'han conceptualitzat dos tipus d'heretabilitat, l'heretabilitat en sentit ampli (h^{2b}) i l'heretabilitat estricta (h^{2n}). L'heretabilitat àmplia (*broad*) es refereix a la proporció de la variància fenotípica de la població explicada per la variància genètica global (incloent-hi l'additiva, la dominància i l'epístasi). En canvi, l'heretabilitat estricta (*narrow*) només considera la variància genètica additiva que afecta la variabilitat dels trets fenotípics. Aquests índexs es representen per les fórmules següents:

$$\text{Heretabilitat àmplia } h_b^2 = V(G) / V(F).$$

$$\text{Heretabilitat estricta } h_n^2 = V(Ga) / V(F).$$

Com que l'heretabilitat és un paràmetre estadístic estimat en una mostra de la població, té les característiques de qualsevol altre estadístic d'aquest tipus (mitjanes, variàncies, etc.), i està sotmès a diverses limitacions que depenen de l'error d'estimació, de la mida de la mostra, de la representativitat de la mostra respecte a la població i de la fiabilitat i naturalesa de les mesures que s'han fet. Així, l'heretabilitat (h^2) per a un tret determinat no és una constant com *phi* o la de la velocitat de la llum, sinó que és més similar a índexs com la taxa de natalitat infantil o la de prevalença d'una malaltia, és a dir, índexs amb un valor que depèn de les condicions espaciotemporals de la població sobre la qual s'ha fet l'estimació d'aquests índexs.



És molt freqüent interpretar erròniament el significat de l'índex d'heretabilitat. En aquest sentit destaquen tres errors molt comuns que comentarem i que s'han d'evitar per a fer servir correctament aquest índex. Aquests errors són:

1. Confondre un índex estadístic amb un valor aplicable a un individu.
2. El valor de l'heretabilitat depèn de la població en què s'ha obtingut.
3. L'heretabilitat no és un valor fix i immodificable.



El primer error i un dels més freqüents consisteix a considerar l'heretabilitat estimada estadísticament com un valor aplicable als individus. Hauria de quedar clar que en aquests estudis només fem servir la variància dels trets: per tant, l'heretabilitat és un valor estadístic referit a la població. En altres paraules, només es pot aplicar als grups de persones que formaven la població (mostra) que s'ha utilitzat en l'estudi; és a dir, els ciutadans que viuen a la Gran Bretanya, els que van néixer entre el 1930 i el 1940, etc. L'error de considerar l'heretabilitat com un valor que fa referència als individus és molt freqüent i comporta discussions que no tenen sentit, ja que estan basades en una mala interpretació d'aquest paràmetre. És del tot incorrecte aplicar un índex d'heretabilitat per a justificar la contribució hereditària i ambiental a un tret d'un individu. Així, el quocient intel·lectual d'un individu és de valor 100, i si l'índex d'heretabilitat del quocient intel·lectual és 0,60, no és correcte considerar que dels 100 punts de quocient intel·lectual, 60 provenen de l'herència i 40, de l'ambient. L'índex d'heretabilitat ens indica la proporció de la variància del tret (aquí el quocient intel·lectual) en el conjunt de la població i, per tant, podríem dir que el 60% de la variabilitat del quocient intel·lectual en aquesta població té l'origen en la diversitat genètica dels individus que componen la població o mostra analitzada. A més, òbviament, l'heretabilitat no es pot estimar a partir de l'estudi d'un individu, perquè expressa una proporció de la variància dels fenotips i la variància depèn de les diferències interindividuais (Plomin i altres, 1984).

El fet d'ocupar-nos de l'estimació de l'heretabilitat en les poblacions de subjectes ens planteja un altre problema o error d'interpretació que cal aclarir. L'heretabilitat no té un valor general i absolut, sinó que depèn de la població en què s'ha calculat, i s'hi aplica en un sentit estricte, és un paràmetre estadístic; a més, l'aplicació en una població és vàlida durant un temps. En un estudi portat a terme a Noruega dividint mostres de bessons en grups d'edat diferents, per a estudiar l'herència del rendiment acadèmic, es va veure que per als grups de subjectes més joves l'heretabilitat assolía un valor del 70%, mentre que per als més vells l'heretabilitat no arribava al 40%. L'explicació evident d'aquest fenomen és que l'increment en la qualitat de l'educació ha estat molt important, cosa que amb el temps ha reduït l'efecte dels components ambientals.

Aquest últim exemple ens permet d'aclarir un últim error, també molt freqüent i que fa referència a la consideració que un tret heretat és "fix" per sempre i per tant immodificable. Això és clarament "incert", ja que els canvis en l'ambient poden canviar l'heretabilitat. És fàcil imaginar que les causes genètiques exerceixen un efecte determinista complet en la conducta individual, però això no és així. Per a comprendre com els factors genètics i ambientals col·laboren conjuntament per a determinar les conductes, interaccions complexes, s'han començat els anomenats *estudis de la genètica del desenvolupament*, gràcies als quals, en el futur, s'espera trobar respostes a aquest problema.

L'heretabilitat d'un tret es calcula a partir de les dades obtingudes en uns dissenys d'estudi propis i característics de la genètica de la conducta, com ara els estudis de bessons, d'adopcions, de famílies, etc., estudis que faciliten una estimació estadística dels diferents components de la variància fenotípica. Per exemple, la correlació entre bessons monozigòtics separats des del moment del naixement i criats separatament, en ambients no correlacionats, és per si mateixa una estimació de l'heretabilitat en sentit ampli. La regressió simple d'un tret entre els fills i la mitjana dels pares per a aquest tret permet d'estimar l'heretabilitat en sentit estricte, quan els fills s'han criat en ambients diferents, no relacionats, de l'ambient dels seus pares biològics.

D'una manera similar al càlcul de l'heretabilitat, es pot calcular un índex quantitatiu del pes de l'ambient en les diferències individuals, l'índex d'ambientalitat. Naturalment, l'ambientalitat és un índex invers de l'heretabilitat ($1 - h^2$), però en la genètica de la conducta gairebé no es fa servir, i per això parlarem d'heretabilitat (Plomin i altres, 1984).

Mètodes d'estudi de la genètica del comportament

Els mètodes quantitius d'anàlisi de l'herència

La genètica de la conducta té un arsenal important d'estratègies i procediments que representen una tecnologia poderosa per a l'estudi de les diferències individuals psicològiques. Els mètodes de la genètica de la conducta, iniciats pel mateix F. Galton a final del segle XIX, es poden aplicar a un ampli ventall de tèmics psicològics, i per això la seva utilitat i aplicacions en l'àrea de la psicologia diferencial són d'una gran importància. Les àrees principals de la psicologia a les quals s'han aplicat els mètodes i les tècniques de genètica de la conducta en subjectes humans han estat la intel·ligència, la personalitat i les malalties mentals (Plomin i altres, 1984). En aquest nucli de coneixement ens ocuparem de la metodologia i en els següents veurem els resultats d'aquests estudis.

Com que per raons òbvies no es pot experimentar genèticament amb individus humans i així descobrir i descriure els

mecanismes d'herència de la intel·ligència i altres trets psicològics, la genètica de la conducta ha recorregut a dissenys d'investigació que es basen en un conjunt de fenòmens naturals que permeten d'estimar, amb dissenys estadístics complexos (basant-se en la fórmula de la descomposició lineal de la variància fenotípica), l'efecte divers que tenen els components genètics i ambientals en la determinació de les diferències individuals. Aquests fenòmens naturals són l'existència de bessons monozigòtics i dizigòtics, la consanguinitat i comunalitat genètica entre els membres d'una família, les adopcions, les separacions de bessons i germans i la seva criança posterior en ambients diferents, etc. Tot un conjunt de situacions en què es combinen diferents graus de comunalitat genètica i ambiental. I és a partir d'aquests fenòmens que els dissenys de la genètica de la conducta, els efectes de l'ambient i l'herència ens permeten d'estimar cada component, i així modelitzar els mecanismes d'herència de la conducta. La genètica de la conducta disposa de tres mètodes fonamentals –estudis de famílies, de bessons i d'adopcions–, però hi ha altres sistemes d'estudi que s'apliquen a organismes no humans i que aquí no desenvoluparem.

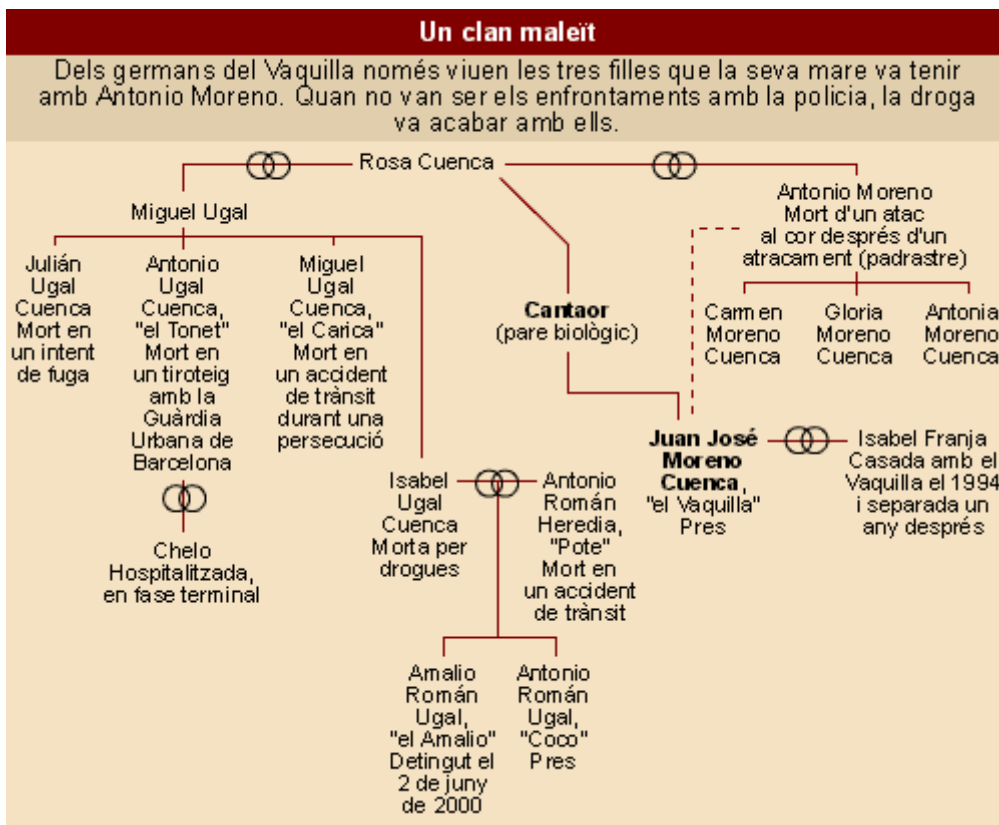
Genealogies i famílies

També s'anomenen *estudis de famílies*. La tècnica d'estudi de famílies es basa en l'establiment de correlacions d'un tret psicològic (el quocient intel·lectual o qualsevol altre tret) entre diferents membres d'una família, pares i fills, germans, etc., tenint en compte que entre aquests individus hi ha un nivell de comunitat genètica i ambiental superior que si es comparen individus de la mateixa població amb els quals no hi ha relació familiar consanguínia. Com que les famílies comparteixen entorn i herència, en aquests dissenys no és fàcil (de vegades és impossible) distingir totes dues fonts de variació concurrents, la genètica i l'ambiental. Tanmateix, els estudis de famílies indiquen el límit superior estimat d'influència genètica. Ja sabem que els familiars de primer grau comparteixen el cinquanta per cent del seu patrimoni genètic individual. Per aquesta raó, en qualsevol test de quocient intel·lectual una correlació entre ells que mostri un valor de 0,15 suggereix un límit superior d'influència genètica del 30%: és a dir, que el 30% de la variància de les dades del qüestionari es pot atribuir a efectes genètics.

En els estudis de famílies es pot veure que la comunitat genètica entre pares i fills és la mateixa que la que hi ha, per exemple, entre els germans, però en comparar pares i fills hi ha un factor, la diferència d'una mitjana d'edat de vint-i-cinc anys, que no es presenta en la comparació entre germans. Aquest fet permet, per exemple, d'investigar en els dissenys d'estudis de famílies l'efecte de l'estabilitat de les correlacions al llarg del temps, i així incloure el problema del desenvolupament en l'estudi genètic. Combinant diferents graus de parentiu familiar es pot estimar l'heretabilitat del quocient intel·lectual i els efectes de les diferents fonts de variància. Amb aquests tipus d'estudis s'ha descrit que la personalitat està determinada en un 70% de la variància per efectes ambientals (Plomin, 1987), mentre que en el cas de la intel·ligència ens trobem amb un 40% de variància deguda als efectes ambientals.



Genealogia del "Vaquilla": gens i ambient



(Any 2001)

Els estudis familiars representen el disseny més feble pel que fa a l'estimació dels efectes de l'herència en els trets psicològics, però hi han d'aparèixer clarament les prediccions que es deriven de la similitud genètica, perquè si no seria difícil sostenir l'argument central del determinisme genètic.

Bessons

Des de final del segle XIX la biologia ha definit que hi ha dos tipus de bessons, els idèntics o monozigòtics (MZ) i els fraterns o dizigòtics (DZ). La peculiaritat que els fa objecte d'estudi és el grau diferent de similitud genètica. Cada individu (humà) és únic genèticament parlant i, per tant, genèticament diferent de qualsevol altre individu. L'única excepció a aquesta norma són els anomenats *bessons idèntics* (monozigòtics), que comparteixen el mateix genoma. Al contrari, els bessons fraterns (dizigòtics) només comparteixen el 50% dels gens.

Els bessons són un "experiment de la natura", de fet els monozigòtics són "clons naturals", i així s'han considerat tradicionalment en la psicologia diferencial, primer, i en la genètica de la conducta, després. El naixement de bessons és un fet bastant més freqüent del que se sol considerar, i aproximadament un de cada vuitanta-cinc naixements és de parelles de bessons. En general, del total de naixements de bessons, un terç són monozigòtics, un altre terç dizigòtics del mateix sexe i el terç restant, dizigòtics de sexe diferent (Bouchard, 1993).



Es proposa la lectura de la novel·la *El tercer gemelo* o bé que veieu la pel·lícula que es va fer amb el mateix títol. La pel·lícula està basada en la novel·la i totes dues, per tant, han estat assessorades pel genetista de la conducta T. Bouchard. Tot i que es tracta de "ciència-ficció", s'adiuen molt a aquesta temàtica tan actual.

El mètode dels bessons s'ha fet servir d'una manera sistemàtica per a conèixer l'heretabilitat dels trets psicològics individuals que distingeixen els individus entre ells. Atesa la similitud entre els bessons (tant monozigòtics com dizigòtics), hi ha la tendència natural –facilitada pel fet que tenen la mateixa edat, el mateix sexe (excepte els dizigòtics, que poden ser de sexe diferent), etc.– a ser tractats de la mateixa manera i a rebre els efectes d'una manera molt similar. Per tot això podem considerar que els efectes ambientals són més homogenis per als bessons, tant monozigòtics com dizigòtics, si són del mateix sexe que per a un parell de germans biològics qualsevol. Generalment els estudis de bessons solen comparar bessons monozigòtics amb bessons dizigòtics del mateix sexe.



En essència, els estudis de bessons consisteixen a comparar les correlacions entre els membres de les parelles de bessons idèntics o monozigòtics i de les parelles de bessons fraterns o dizigòtics. Si un tret no té cap efecte dels factors hereditaris, les correlacions entre tots dos tipus de bessons seran molt semblants. Si l'herència és important, llavors els bessons monozigòtics s'assemblen més entre ells que els bessons dizigòtics. Així, doncs, en el cas de l'alçada s'observa una correlació de 0,90 entre monozigòtics i de 0,45 entre dizigòtics, cosa que ens indica el pes important de l'herència en la variància de l'alçada.



Els estudis amb bessons s'han concentrat, des dels anys trenta, en l'estimació de l'heretabilitat del quocient intel·lectual, i també en la d'altres trets i malalties físiques i mentals. Bàsicament es pot estimar l'heretabilitat a partir d'un càlcul senzill que compara el rang de la concordança (o correlació intraclasse) en una dimensió psicològica determinada, dins una població de bessons monozigòtics, amb una altra de bessons dizigòtics (Holzinger, 1929). L'heretabilitat representa, com ja sabem, la porció de variància fenotípica deguda als efectes genètics, i es pot estimar restant la correlació intraclasse dels bessons fraterns de la correlació intraclasse calculada en les parelles de bessons idèntics, i multiplicant la diferència per dos. La similitud entre bessons idèntics es deu tant als gens que comparteixen com a l'ambient comú en què s'han desenvolupat (en condicions naturals els bessons viuen a la mateixa família). Per exemple, si els bessons idèntics correlacionen, pel que fa a l'alçada, 0,90, i els bessons fraterns ofereixen una correlació de 0,45, llavors: $h^2 = 2(0,90 - 0,45) = 2(0,45) = 0,90$.

Les pressuposicions que sostenen la investigació genètica amb bessons es poden resumir en dos aspectes: la determinació exacta de la zigositat i la suposició dels ambients idèntics (Plomin i altres, 1984). La primera pressuposició és fàcil de contrastar empíricament, perquè hi ha una sèrie de proves biomèdiques que certifiquen el nivell de zigositat de dos subjectes, perquè per a discriminar entre bessons monozigòtics i dizigòtics no n'hi ha prou amb la semblança morfològica. Pel que fa a la segona, sembla que tot i ser una mica apriorística, es compleix en la majoria d'estudis empírics (Plomin i altres, 1990) i fa referència al fet que els dos individus de la parella de bessons s'hagin criat en ambients semblants o similars o no.

El 1924 Merriman va fer el primer estudi modern sobre bessons i l'herència de la intel·ligència, i va trobar, per a una mostra petita, una correlació de 0,99 entre bessons monozigòtics en avaluar-los la intel·ligència amb el test de Stanford-Binet (Plomin i altres, 1984). Des de llavors s'han desenvolupat molts estudis amb bessons al llarg d'aquests últims anys. El que més destaca per l'exhaustivitat és el que ha portat a terme fa poc un equip de la Universitat de Minnesota.



Des del 1979 es va portar a terme a la Universitat de Minnesota un estudi a gran escala sobre l'herència de les característiques psicològiques dels bessons criats separatament. Aquest estudi ha estat dirigit pel Dr. T.J. Bouchard, un destacat psicòleg interessat en l'herència dels trets psicològics. Hi col·laboren professionals dels EUA, Suècia, Anglaterra, Austràlia, el Japó, la Xina, el Canadà, Nova Zelanda i Alemanya. S'han estudiat un total de cent conjunts de dades de parelles (de bessons) i de trigèmins que han estat criats per separat des del naixement, sense que entre ells hi hagi hagut contacte prolongat o bé sense que mai no hagin tingut contacte. La majoria de parelles de bessons que van participar en l'estudi estaven compostes d'individus adults que havien estat separats molt precoçment (quan tenien una mitjana de cinc mesos de vida) i s'havien tornat a reunir anys més tard (una mitjana de trenta anys), amb un nivell de contacte baix entre tots dos. Aquestes dades ens indiquen que no solament es van criar per separat, sinó que ho van estar en els anys més crítics del desenvolupament i la maduració individual. Les dades més importants provenen precisament de l'anàlisi rigorosa i àmplia dels bessons monozigòtics criats separatament. Els participants en aquest estudi van completar més de cinquanta hores de proves de tipus mèdic i psicològic. Per a assegurar-se de la bondat de les mesures, especialment en l'àmbit psicològic, es van fer dos mesuraments independents dels mateixos trets, normalment per diferents operadors. Es van analitzar acuradament les condicions i l'entorn on s'havien desenvolupat. Per a comprovar si es tractava de parelles de bessons monozigòtics o dizigòtics, el diagnòstic de zigositat es va fer a partir d'anàlisis de sang, de les empremtes dactilars i d'una altra sèrie de mesures antropomètriques.

En l'estudi de bessons de Minnesota es va veure que els bessons monozigòtics criats separatament mantenien nombroses semblances malgrat haver-se desenvolupat en ambients diferents. L'estudi ofereix resultats molt interessants, alguns sorprenents, perquè es van analitzar molts trets i característiques psicològiques. En les taules que es mostren a continuació s'exemplifiquen algunes d'aquestes semblances, que van des de trets pseudofisiològics fins a mesuraments d'actituds socials. Com diuen en el seu treball més famós, publicat a la revista *Science* el 1990, van mesurar "des del temps de reacció fins a la religiositat", i van trobar que una part important de la variació en aquests trets o característiques tenia a veure amb l'herència (Bouchard i altres, 1990). En resum, el més destacat d'aquest treball és: a) el coeficient d'heretabilitat del quocient intel·lectual mostra un valor de 0,70; b) les pràctiques de criança i educatives no tenen un efecte determinant en la formació de semblances pel que fa als trets de personalitat dels individus. Especialment l'efecte de l'educació i l'ambient de criança dels individus dins les seves famílies no determina la semblança entre aquests individus, i d) els bessons monozigòtics criats separatament deuen les seves semblances a la identitat genètica que comparteixen, i aquesta similitud també col·labora en el fet que els subjectes tinguin experiències ambientals similars.

Les observacions de bessons idèntics criats separatament també ens ofereixen un panorama nítid del progrés de les fases del desenvolupament. En general es comprova que els bessons comparteixen el mateix ritme i etapes de desenvolupament i una progressió sorprenentment semblant. Els bessons idèntics criats per separat comparteixen molts dels mateixos trastorns, com temors, ansietats, dependències anormals, tendència a xuclar-se el dit, problemes de son i, com sabem, comparteixen malalties de tipus psicòtic, com l'esquizofrènia i la depressió. És particularment interessant el fet que el contingut de les fòbies varia d'un bessó a l'altre. Així, per exemple, en l'estudi de la Universitat de Minnesota, tres parells de bessons idèntics criats per separat compartien el mateix tipus de temor o combinació de temors –a l'aigua, a l'altura i a ser abraçats. Les influències ambientals poden modificar, aturar i eliminar i tot aquests temors i ansietats, però la tendència a tenir-los, la disposició perquè un esdeveniment dispari un temor nou o en despertar un d'antic és present en algunes persones i absent en d'altres. Hi ha moltes anècdotes, que només tenen un valor il·lustratiu, de les semblances entre bessons criats per separat que semblen, de vegades, un autèntic repte al determinisme genètic (Neubauer i Neubauer, 1991).

L'estudi de bessons és més potent que el de famílies, perquè es poden analitzar per separat els efectes genètics dels ambientals. Si un tret psicològic està influït genèticament, llavors els bessons idèntics s'han d'assemblar més entre ells que els bessons fraterns; és a dir, que la correlació entre parelles de bessons idèntics ha de ser superior a la correlació entre parelles de bessons fraterns. Aquestes correlacions es calculen comparant els individus de cada parella i se solen anomenar *correlacions intraclasse*. Però presenten la limitació que sempre, òbviament, es fan sobre mostres de subjectes escasses i molt especials, amb poc valor de generalització.

Adopcions

El mètode de les adopcions es reconeix com el més potent dels que es poden fer servir en genètica de la conducta, perquè en el disseny hi inclou individus només relacionats perquè comparteixen els efectes ambientals (adoptats) i individus que comparteixen tant efectes ambientals com genètics (familiars consanguinis). Per tant, les comparacions entre els membres d'aquestes famílies ens permeten d'aïllar els efectes ambientals dels genètics amb més precisió. Les similituds entre els familiars consanguinis revelen l'impacte de l'herència, mentre que les similituds entre els familiars no consanguinis (adoptats) ens indiquen l'impacte dels efectes ambientals.



Es recomana rellegir la novel·la de Charles Dickens *Oliver Twist* i analitzar-la des d'un punt de vista de la genètica de la personalitat.

El disseny d'adopcions ens permet d'avaluar les influències genètiques en veure les semblances entre els fills adoptats i els seus pares (o germans) biològics, i també avaluar els efectes de l'ambient compartit en comparar els fills adoptius amb els seus pares adoptius (també germans adoptius). Si el pes de l'herència és important en la variabilitat d'un tret, les correlacions entre pares biològics i els seus fills (criats en adopció) han de ser més grans que les correlacions entre pares i fills adoptius (aquest argument també val en parlar de germans biològics i adoptius).

També es poden estudiar les relacions entre individus que conviuen en una mateixa família adoptiva però que no tenen relacions de parentiu biològic. La relació entre aquests individus, com la que s'estableix entre pares i fills adoptius, ens reflecteix els efectes de l'ambient compartit.



Adoption Network Law Center

Unplanned Pregnancy | Hoping To Adopt | Waiting Families

View our Newscast Video

Adoption Network Home

1 (800) FOR ADOPT

En els dissenys d'adopcions podem considerar que si un tret és totalment hereditari (heretabilitat de valor 1), la correlació entre un individu adoptat (criat separatament dels seus pares biològics) i el seu pare biològic (o mare biològica) seria de 0,50. Aquesta correlació també val per a comparar entre germans biològics (criats separatament). Per tant, doblant el valor de les correlacions entre fills adoptats i els seus pares biològics es pot tenir una estimació genèrica de l'heretabilitat. En el cas de l'alçada trobem que la correlació entre pares biològics i fills adoptats és de 0,45, cosa que suggereix una heretabilitat del 90% de la variància per a l'estatura, que com deveu recordar és convergent amb els estudis de bessons.

Els estudis d'adopcions van començar gairebé simultàniament als estudis de bessons, en els anys vint, però han estat menys nombrosos per les dificultats de selecció i control de les mostres de subjectes, i això malgrat el fet que són la prova més convincent dels efectes genètics sobre la conducta; però les complicacions legals i burocràtiques per a trobar aquest tipus de subjectes també són convincents per a optar per un altre tipus d'estudi. A Noruega, Suècia, Dinamarca i Finlàndia, com que es disposa d'arxius d'afiliació i adopcions molt complets, extensos i rigorosos, des de fa molt de temps, s'han pogut fer estudis sobre genètica de la conducta molt importants i amplis. La Dra. Nancy Pedersen, de Suècia, és una de les especialistes mundials més importants en l'estudi de la genètica dels trets psicològics. Estudiant les adopcions és possible conèixer fins a quin punt la semblança familiar es deu a influències genètiques o ambientals.



Els dos elements crítics dels estudis d'adopció són l'edat d'adopció i l'elecció (selecció) d'ambients d'adopció. Perquè un estudi d'adopció sigui vàlid, els nens adoptats han d'haver estat separats dels pares biològics en el moment del naixement o pocs dies després. Si el nen adoptat ha tingut contactes extensos amb els pares biològics, llavors l'estimació de les influències genètiques es pot veure incrementada. El problema principal dels dissenys d'adopció és l'anomenada *ubicació selectiva dels adoptats*. Per raons òbvies (polítiques d'adopcions o les mateixes relacions familiars), moltes vegades els fills en adopció s'assignen a famílies d'una manera selectiva i no aleatòria, cosa que pot portar a considerar que entre els trets del nen i les característiques de l'ambient hi ha correlacions notables. Aquest seria el cas si un oncle carnal adopta un nebot seu. Així, si per exemple una parella de bessons es queda òrfena i cadascun dels membres de la parella van a viure, respectivament, amb famílies molt semblants entre elles (pel que fa al nivell socioeconòmic, per exemple), llavors el seu futur semblant es deurà tant a la comunitat genètica com a la semblança dels ambients en què s'han desenvolupat. En general aquest fet és bastant freqüent, però en estimar-ne quantitativament el pes en l'heretabilitat, en estudis massius d'adopcions, té un valor petit però que s'ha de tenir present. Quan la selecció de la família d'adopció és esbiaixada (perquè pertanyen a ambients socioeconòmics, culturals, etc. determinats), es poden sobreestimar les influències genètiques i ambientals. Si les influències genètiques i ambientals són importants, les relacions entre fills adoptius i pares adoptius poden augmentar, i l'efecte de l'ambient familiar comú també se sobrevalora. Si els efectes de l'ambient compartit són importants, les relacions entre pares biològics i fills biològics (adoptats) poden augmentar i l'estimació de la influència genètica pot aparèixer molt intensa.

En els anys setanta es van començar i es van desenvolupar diversos projectes d'investigació molt ambiciosos i generalitzats seguint el mètode d'adopcions, entre els quals destaquen el projecte d'adopció de Texas (Horn i altres, 1979), el de Colorado (Plomin i altres, 1983) i el de Minnesota (Scarr i Weinberg, 1977). En tots aquests estudis es va fer servir un autèntic arsenal de proves i controls per a evitar la contaminació dels resultats.

L'estudi més complet sobre adopcions és el que es va portar a terme a l'estat de Colorado (EUA) i que es coneix amb el nom de *Colorado adoption project (CAP)*. Aquest projecte està descrit detalladament per Plomin i DeFries (1985), i per Plomin, DeFries i Fulker (1988). El CAP consisteix en una sèrie de dades provinents de dues-centes quaranta-set famílies adoptives i dues-centes quaranta-sis famílies no adoptives (controls). Les famílies adoptives estaven constituïdes per dues-centes vuitanta mares biològiques, cinquanta-vuit pares biològics, dues-centes quaranta-cinc mares adoptives, dos-cents trenta-nou pares adoptius, cinquanta-quatre germans adoptius no relacionats i trenta-tres fills biològics dels pares adoptius. Les famílies control estaven constituïdes per dos-cents quaranta pares, dues-centes quaranta-una mares, dos-cents quaranta-sis fills al grup experimental i noranta-tres germans control. Es va fer un ajustament de models dels efectes de l'ambient i de l'herència per al seguiment longitudinal des que tenien un any fins als set. En el model, a més dels principals efectes genètics coneguts i ambientals més habituals, es van incloure els efectes de la transmissió cultural (entesos com a efectes de l'ambient compartit), el matrimoni direccional i l'elecció selectiva d'ambients. Els resultats de l'heretabilitat obtinguts al llarg dels cinc anys d'avaluació longitudinal van ser: ,49; ,73; ,50; ,52 i ,37. Les variàncies per a l'ambient compartit van ser ,11; ,05; ,11.; ,09 i ,23. A partir d'aquests resultats els autors consideren que en aquest interval de temps l'heretabilitat no augmenta d'una manera significativa. Interpreten els resultats com el reflex de l'efecte en augment de les correlacions genètiques entre el quocient intel·lectual dels fills i el dels seus pares biològics i, per tant, consideren que seríem davant la persistència dels efectes genètics específics en el temps. Aquests autors també proposen que els efectes de l'ambient específic no persisteixen en el desenvolupament.



Cal esmentar un fenomen important que es dona en aquests estudis, i és que les correlacions interfamiliars (germans, bessons, etc.) s'han de comparar amb les estimacions habituals i raonables de les correlacions derivades de la fiabilitat i l'estabilitat dels coeficients, abans que amb la idea ingènua que una correlació perfecta (en el sentit empíric) ha de ser d'1,00. Els coeficients de correlació dels tests d'intel·ligència administrats individualment no són tan elevats com la gent pensa, fins i tot essent fiables i estables. Per a un dels millors tests d'intel·ligència que es coneixen, el WAIS, la fiabilitat (consistència interna) estimada és de 0,87 (entre 0,86 i 0,88 en l'interval de confiança del 95%), i l'estimació de l'estabilitat és de 0,82 (entre 0,73 i 0,88 en l'interval de confiança del 95%). Aquestes mesures d'estabilitat i fiabilitat són generalitzables a la majoria de tests d'intel·ligència actuals. Això significa que la correlació més elevada que es pot trobar entre el quocient intel·lectual de parells de bessons (obtinguda correctament i en una mostra significativa suficient) és d'un valor aproximat a 0,89. La mitjana de correlacions per a bessons monozigòtics criats junts és de 0,86 (Bouchard i McGue, 1981). Estudis més recents de comparació del quocient intel·lectual en tres mostres de bessons monozigòtics adults criats junts assoleixen una correlació de 0,88, i aquesta dada és inqüestionablement molt elevada, perquè és el màxim que es pot assolir en parlar de mesures psicomètriques de la intel·ligència.



L'heretabilitat del quocient intel·lectual obtinguda per mitjà dels estudis de famílies, de bessons i d'adopcions mostra que hi ha una "influència substancial i significativa" dels factors genètics sobre la variació del quocient intel·lectual (Plomin, 1989). Aquest resultat és concordant en els diferents mètodes d'obtenció dels índexs d'heretabilitat.



Origen de les diferències individuals en intel·ligència

Introducció



"Som nosaltres els qui busquem el nostre medi ambient, els qui el modelem".

K. Popper (1999). *La miseria del historicismo* (pàg. 36). Madrid: Alianza, 1944.

Aquesta frase, enunciada per K. Popper el 1944, resumeix perfectament la idea que l'individu no està a mercè i a disposició del que li succeeix al llarg del desenvolupament. Des del moment del naixement, l'individu modela el seu ambient, i en aquest procés les seves tendències i disposicions tenen un paper actiu i fan que un ambient aparentment igual no ho sigui quan l'analitzem des del punt de vista de l'agent (del subjecte que observem). En una mateixa família, el sexe dels fills es pot convertir en un factor de criança diferent, ja no tant per l'actitud o les creences dels pares sobre la criança adequada per als nens i per a les nenes, sinó perquè seran els mateixos fills els que faran que els pares prenguin pautes de criança diferents segons el sexe dels fills. Encara que sembli un tòpic, les demandes dels nens cap als pares són diferents de les de les filles cap als mateixos pares.



"Nosaltres heretem disposicions, no destins. La nostra vida és conseqüència de les eleccions que fem. Les eleccions estan guiades per les nostres tendències o disposicions, i aquestes disposicions troben l'expressió dins un ambient en què les oportunitats apareixen mitjançant l'acció dels mateixos individus."

"La vida no és una conseqüència simple de les prescripcions genètiques. El determinisme genètic és altament improbable per a explicar la conducta d'una mosca de la fruita, implausible per a la conducta humana."

K. Popper (1999). *La miseria del historicismo* (pàg. 39). Madrid: Alianza, 1944.

Aquestes dues citacions aclareixen el que nosaltres considerem que és el determinisme ambiental (i, per extensió, el genètic). Vegem d'una manera resumida alguns resultats destacats de la investigació correlacional dels efectes de l'ambient en la intel·ligència en aquesta fita i la personalitat en la fita següent.

Herència del quocient intel·lectual: resultats



"En aquest llibre em proposo demostrar que les habilitats naturals de l'home es transmeten hereditàriament, exactament amb les mateixes limitacions que la forma i les característiques físiques de tot el món orgànic".

F. Galton (1869). *Hereditary Genius: an Inquiry into his Laws and Consequences.*

F. Galton introduïa amb aquesta frase el seu *Hereditary Genius: an Inquiry into his Laws and Consequences*, publicat per primera vegada el 1869, i descrivia el que encara avui és un objectiu cobejat en la investigació sobre la genètica de la intel·ligència (i, per extensió, l'herència de les diferències individuals). Des de ja fa gairebé més de cent anys, la recerca dels gens que determinen el quocient intel·lectual sembla haver arribat al final. De debò?



En els últims vint anys la investigació empírica que ha portat a terme la genètica de la conducta ha avançat notablement, i els seus resultats gaudeixen d'una acceptació elevada (Snyderman i Rothman, 1987; Matarazzo, 1992). Seria molt llarg descriure detalladament la gran quantitat d'estudis recents de genètica de la intel·ligència que han seguit el paradigma quantitatiu. Hi ha algunes revisions recents d'aquests estudis, que es poden trobar a Andrés Pueyo (1993) i Bouchard (1993). Un exemple de l'estat actual i el nivell de desenvolupament dels estudis de la genètica de la conducta, especialment vàlid en referir-nos a la intel·ligència, és el tipus de preguntes a les quals es pot trobar resposta. Durant molts anys la pregunta fonamental en aquest tema era la següent: "hi ha influència significativa de l'herència en el quocient intel·lectual?". Autors importants, com Anastasi (1958) o el mateix Yela (1982), precisaven la necessitat de distingir entre la manera en què l'herència afecta el quocient intel·lectual i la manera en què afecta la intel·ligència. La major part d'estudis es dirigien a descobrir les relacions quantitatives (és a dir, buscaven la resposta a la segona pregunta) entre gens i intel·ligència.

Gràcies al desenvolupament de la genètica de la conducta, es pot buscar resposta a preguntes molt més específiques, com ara les següents: "quin tipus d'acció genètica està implicada en la determinació genètica de la intel·ligència? Quin paper tenen els factors genètics al llarg del desenvolupament de la intel·ligència? Quin paper té la interacció herència-ambient en el quocient intel·lectual?", etc. Actualment els genetistes de la conducta no discuteixen sobre la possibilitat que l'herència influeixi en el quocient intel·lectual (o qualsevol altre tret psicològic), simplement examinen l'evidència que prové de la bondat d'ajustament dels models genètics que analitzen les correlacions obtingudes en comparar diferents tipus de parentius (Jensen, 1994) per a contestar aquesta i altres preguntes complexes.

Considerant juntes totes les dades que actualment es coneixen a partir dels dissenys de genètica de la conducta, és difícil evitar la conclusió que l'herència afecta significativament la variabilitat del quocient intel·lectual. Quina és la magnitud d'aquest efecte? En resum, es pot dir que les diferents estimacions que s'han fet segons els tipus d'estudis oscil·len entre un mínim de 0,30 i un màxim de 0,75 d'heretabilitat. Cada estimació de l'heretabilitat està afectada per algun biaix particular, però l'última raó d'aquesta diferència important encara no es comprèn completament (Plomin, 1990). En general, aquestes anàlisis proposen la conclusió que la meitat de la variabilitat de les puntuacions del quocient intel·lectual són d'origen genètic, i si tenim en compte que el factor d'error acumula un 20% de la variància no és estrany que estiguem en un rang d'heretabilitat que oscil·la entre 0,30 i 0,70.

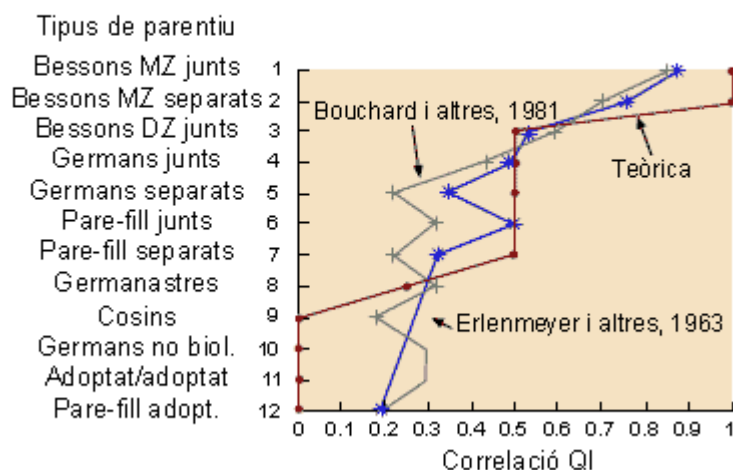
Des del 1920 i fins al 1940 es van fer nombrosos estudis sobre les relacions entre el quocient intel·lectual de diferents tipus de parentiu que, tot i que feien servir mostres molt petites de subjectes, el conjunt combinat d'aquestes mostres, tal com el van resumir Erlenmeyer-Kliming i Jarvick en el seu famós estudi del 1963, mostra un efecte consistent entre la similitud genètica i la similitud del quocient intel·lectual. Els resultats mostraven un increment del valor de les correlacions entre quocient intel·lectual, segons el grau de comunitat genètica dels individus comparats. En la figura que apareix més endavant es veu que el grau de correlació entre el quocient intel·lectual s'incrementa en relació directa amb l'increment de les relacions de parentiu. Així, per a subjectes no relacionats, la correlació tenia un valor de 0,01, mentre que per a parelles de bessons monozigòtics criats junts aquesta correlació pujava fins al 0,88. Entre pares i fills biològics la correlació assolía un valor de 0,50, mentre que entre germans no bessons criats junts assoleix un nivell similar. Aquestes dades han estat comparades per Plomin i DeFries (1981) amb d'altres d'obtingudes en treballs de la dècada dels anys setanta i vuitanta. Els treballs més actuals tenen més nivell de fiabilitat, perquè s'han obtingut en mostres més àmplies i s'han evitat certs errors que apareixien en els treballs dels anys quaranta. A més, aquests estudis inclouen un element de comparació que és la correlació entre quocients intel·lectuals obtinguts en el mateix subjecte, la qual cosa ens permet d'observar amb més sentit el valor de les correlacions del quocient intel·lectual entre subjectes relacionats familiarment. En la figura es mostren aquests resultats.



Robert Plomin, un dels experts actuals en els estudis de genètica de la intel·ligència més reconeguts.



Genètica i intel·ligència Comparació d'estudis



Tots els estudis empírics convergeixen a afirmar la importància de l'efecte de la variabilitat genètica en la variabilitat fenotípica del quocient intel·lectual.



L'efecte Flynn

Els resultats més sorprenents sobre els efectes de l'ambient els exemplifica excepcionalment l'anomenat *efecte Flynn*. Aquest efecte fa referència a l'increment de la intel·ligència en els últims cinquanta anys del segle XX, per això també es coneix com l'*efecte d'increment secular de la intel·ligència*. Un sociòleg neozelandès, el Dr. Flynn, va analitzar les diferents qualificacions obtingudes en els mateixos tests d'intel·ligència en dos períodes històrics diferents: després de la Segona Guerra Mundial i en la dècada dels anys vuitanta. Flynn (1984) va revisar setanta-tres estudis que van implicar set mil cinc-cents persones i que es van fer entre el 1932 i el 1978, i va demostrar que aquestes mostres representatives de la població nord-americana havien incrementat el nivell intel·lectual en 14 punts de quocient intel·lectual (aproximadament una desviació estàndard). Aquest increment en les puntuacions de quocient intel·lectual coincideix amb els increments que es perceben en els nous barems dels tests de Weschler que s'han fet des de les primeres edicions fins avui.

El 1987 aquest mateix autor va publicar un treball sobre el fenomen de l'increment del quocient intel·lectual, però generalitzat a catorze nacions del món diferents, totes de l'anomenat *Primer Món*, entre les quals hi havia Holanda, Bèlgica, França, la Gran Bretanya, el Canadà, Austràlia, Nova Zelanda, Dinamarca, Grècia, Israel, l'Índia i el Japó, entre d'altres. En aquest estudi va recollir informació del canvi del quocient intel·lectual al llarg del pas del temps. Hi van col·laborar psicòlegs professionals, molts de diferents exèrcits nacionals, que li van facilitar les dades originals per a estudiar el fenomen del canvi del quocient intel·lectual. En cada base de dades organitzava les dades, que provenien de tests diferents, partint d'una única escala de quocient intel·lectual que els feia comparables entre elles. En la taula que hi ha a continuació es representen els resultats principals d'aquest estudi, que sempre va incloure períodes de temps superiors als trenta anys, en general des del 1950 fins als anys vuitanta. La conclusió que s'extreu de l'estudi ens indica que la tendència del quocient intel·lectual en aquest període és d'augment, però el valor d'aquest augment es modula segons el tipus de test que es fa servir per a estimar el quocient intel·lectual. Segons el test es poden classificar els estudis en tres categories: els que han fet servir el test de Raven (lliure d'influències culturals), els que han utilitzat tests com el Weschler o el Binet, mitjana d'escala verbals i de rendiment, i els que han fet servir tests estrictament verbals. També es representa la taxa d'augment del quocient intel·lectual en punts per any.

Augment del QI identificat per Flynn (1987) en diversos països

Països	Tipus test	Taxa QI per any	Mitjana edat	Període	Augment QI mitjana total
13 països (europeus i Austràlia)	Raven i similars	0,574	17,5	Mín. 30 anys	Aprox. 15
9 països (Estats Units i Japó)	Weschler i Binet	0,520	8,5	Mín. 20 anys	Aprox. 10
7 països (europeus i Canadà)	Otis i similars	0,387	15,2	Mín. 10 anys	Aprox. 4

Com es pot veure a partir de les dades presentades per Flynn (1987), en totes les nacions no es dona un increment nítid del quocient intel·lectual. Aquest fet només es constata en catorze nacions de les més de trenta estudiades. En les nacions on es compleix millor la predicció d'augment del quocient intel·lectual és especialment en les occidentals més evolucionades. Tanmateix, Flynn insisteix que no podem parlar d'un augment de la intel·ligència *strictu sensu*, sinó d'un increment en la capacitat de resoldre problemes nous per part de les cohorts més joves. Aquesta capacitat sí que ha augmentat considerablement. En conclusió, podem dir que la generació actual té nivells de rendiment en els tests de quocient intel·lectual superiors als de les generacions anteriors, i que aquests guanys persisteixen en l'individu adult. Aquestes diferències es deuen a multitud de factors ambientals encara no identificats i que fonamentarien la hipòtesi de l'ambientalitat en la determinació de les diferències individuals en intel·ligència. Però per a molts investigadors hi ha un factor que té un paper predominant: la nutrició.

A Espanya vam fer, en col·laboració amb els professors R. Colom i M. de Juan Espinosa, un estudi per a veure aquest efecte Flynn a partir de les dades obtingudes de les diferents generacions de reclutes que havien contestat els tests de Raven en el moment d'ingressar a l'exèrcit. Els nostres resultats van ser els mateixos que en la resta de països occidentals.

L'explicació de la causa principal de l'increment de les mesures de quocient intel·lectual al llarg d'aquests últims trenta anys, especialment en els països occidentals avançats, s'atribueix a una millora qualitativa de l'alimentació dels nens i adolescents durant el desenvolupament. La hipòtesi que la nutrició afecta la intel·ligència està clarament demostrada en referir-nos als efectes de la desnutrició severa en el quocient intel·lectual, que moltes vegades provoca danys i retards mentals irreversibles.

Desgraciadament aquesta hipòtesi es contrasta quotidianament, perquè el problema de l'alimentació encara és molt freqüent en països subdesenvolupats i no tan subdesenvolupats, com Corea i Mèxic. Però la premissa que justifica el que Lynn ha anomenat *teoria de l'increment secular de la intel·ligència* és que des de la Segona Guerra Mundial la

qualitat de la dieta dels països occidentals ha millorat ostensiblement, i que el quocient intel·lectual també s'ha incrementat en aquests mateixos països. Lynn (1989 i 1990) revisa aquest tema i conclou que l'augment d'aproximadament una desviació estàndard del quocient intel·lectual coincideix amb l'augment similar de l'alçada, al Japó i tot, i en el desenvolupament cerebral estructural i funcional. Aquest augment del quocient intel·lectual està clarament provocat per la millora de la dieta, perquè en aquests països, en els anys cinquanta, i com a conseqüència de la postguerra, les condicions alimentàries eren molt pitjors, especialment pel que fa a la presència de proteïnes, vitamines i minerals en la dieta individual diària. Aquesta conclusió procedeix de la constatació de dades epidemiològiques i correlacionals que, per això, apareixen com a més febles.

Recentment Eysenck (1995) ha publicat un estudi experimental i noves dades sobre aquest problema en una mostra d'estudiants suburbials de Nova York, als quals es va complementar la dieta familiar (pobre en vitamines i minerals) amb un complement dietètic qualitatiu, i es va observar un increment de les mesures de quocient intel·lectual substantiu en la mateixa línia que el que va trobar Flynn. El 1992 l'Acadèmia Nacional de Ciències Nord-americana va indicar que un percentatge molt elevat de la població infantil dels EUA (dotze milions) consumia una dieta amb un nivell de nutrients molt per sota del que estava establert. Juntament amb els efectes contrastats de la millora del rendiment intel·lectual provocada per la dieta nutricional adequada, també s'ha vist que les vitamines essencials i minerals milloren la capacitat intel·lectual. Per a Eysenck, ara com ara la millor manera d'incrementar la intel·ligència és, en termes d'actuació ambiental, amb la dieta i els efectes complementaris de vitamines i minerals en els individus que tenen una ingesta deficitària d'aquests components nutricionals.



En contra de les expectatives més pessimistes dels eugènics del principi del segle XX, el desenvolupament de la societat moderna o de benestar ha incrementat la intel·ligència mitjana de la població.



Origen de les diferències individuals en personalitat

Herència dels trets de personalitat: estudis empírics

Durant els últims anys de la dècada dels vuitanta i els noranta s'ha produït un notable interès per l'estudi de l'herència de la personalitat. En el cas de l'estudi de l'heretabilitat dels trets de personalitat, els mètodes són els mateixos que per a les capacitats cognitives però, en canvi, l'estudi empíric dels trets de personalitat ofereix unes limitacions, que són:

1. La gran varietat de trets proposats amb les seves múltiples maneres de mesurar-los. Cal recordar la gran discussió sobre quin és el nombre de trets bàsics de la personalitat i l'existència de diferents tests de personalitat que no sempre, malgrat la denominació, mesuren el mateix tret psicològic.
2. La poca estabilitat d'alguns trets de personalitat, cosa que afecta notablement la investigació estadística i quantitativa. A diferència de l'estabilitat de les mesures de quocient intel·lectual, que podem situar entorn d'un valor de 0,80, l'estabilitat de la mesura dels trets de personalitat pot variar molt (segons el test i el tret utilitzat) i és difícil donar-ne una mitjana. Aquesta limitació obliga a fer servir mostres de subjectes molt àmplies per a poder atenuar l'efecte de la poca estabilitat de les mesures amb l'ús de mostres de subjectes molt variades i importants.

Els primers estudis de l'herència de la personalitat daten del 1937, quan Newman, Freeman i Holzinger van estudiar en una mostra de bessons l'heretabilitat de les dimensions del temperament humà, i van concloure que l'herència tenia poca importància en aquestes dimensions. Durant els anys cinquanta i seixanta es van continuar fent estudis esporàdics sobre l'herència de la personalitat, però en la dècada dels vuitanta aquest camp va avançar molt i en els últims trenta anys s'han fet vuit estudis empírics importants sobre l'herència de la personalitat, seguint els diversos mètodes de la genètica de la conducta i amb resultats força convergents.

Un dels estudis més representatius de l'heretabilitat de les dimensions de personalitat és el de Loehlin i McNichols, del 1976, portat a terme sobre un total de vuit-centes cinquanta parelles de bessons. J. Loehlin, professor de la Universitat de Texas-Austin (EUA), és un dels especialistes de més renom en aquest camp. Els bessons d'aquest estudi es van triar entre una població de sis-cents mil estudiants d'instituts de secundària nord-americana. Es van detectar mil cinc-cents set parelles de bessons i se'n va sol·licitar la participació en un estudi sobre les implicacions genèriques de ser bessons. Hi va participar un 79% de les parelles de bessons detectades, a les quals es van administrar una sèrie de tests de personalitat i altres qüestionaris, i els pares van ser els interlocutors, juntament amb els investigadors, per a recollir les dades. Després de recollir les dades es van obtenir informes complets de vuit-centes parelles de bessons, entre els quals hi havia cinc-cents catorze monozigòtics i tres-cents trenta-sis dizigòtics, un 42% homes i un 58% dones. Els resultats d'aquest estudi es van recollir en un llibre titulat *Heredity, Environment and Personality* (1976). Es disposava de les valoracions d'intel·ligència (obtingudes per una bateria de tests de rendiment acadèmic) i es van avaluar una sèrie de dimensions de personalitat amb el test *Inventari de*

personalitat de Califòrnia (CPI), que permet d'avaluar quinze dimensions de personalitat diferents i que es fa servir molt i està molt ben considerat als EUA.



El CPI consisteix en un qüestionari de quatre-centes vuitanta frases en què el subjecte ha de contestar si hi està d'acord o no mitjançant la resposta "afirmatiu/negatiu". La majoria de les frases fan referència a conductes quotidianes, sentiments, creences, actituds i sentiments relacionats amb la vida familiar i social, i aspectes ètics i morals. Aquest qüestionari és molt fàcil d'administrar, té uns mecanismes de control per a evitar les respostes esbiaixades i es pot emplenar per correu, sense que això afecti gaire la fiabilitat del resultat. D'entre aquestes quinze dimensions diferents de personalitat que mesura el CPI es van analitzar quatre subescales, que són les de sociabilitat, dominància, responsabilitat i autocontrol. A més, i amb la finalitat de conèixer els efectes de les variables de l'ambient en la personalitat, es va demanar als pares que emplenessin uns informes sobre les característiques del desenvolupament dels bessons, en què se sol·licitava que indiquessin com eren els seus fills, si els agradava de vestir-se igual, jugar junts, a quins jocs, si dormien a la mateixa habitació, si anaven al mateix col·legi, si tenien els mateixos amics, etc.

Variables	Bessons Homes-MZ	Bessons Homes-DZ	Bessons Dones-MZ	Bessons Dones-DZ
NSMQT (CI)	0,72	0,51	0,76	0,53
Interessos vocacionals	0,36	0,12	0,36	0,25
Interessos activitat	0,64	0,47	0,66	0,52
CPI				
Dominància	0,57	0,12	0,49	0,35
Sociabilitat	0,50	0,24	0,54	0,32
Responsabilitat	0,57	0,28	0,43	0,39
Autocontrol	0,55	0,25	0,56	0,36

Resultat de l'estudi de genètica de la personalitat fet amb bessons per Loehlin i McNichols (1976), en què es mostren les correlacions intraclasse per a diferents trets i diferents tipus de bessons.
Font: Loehlin i McNichols (1976)

En síntesi, els resultats de l'estudi de Loehlin i McNichols (1976) que descrivim, i que apareixen en la taula anterior, mostren que les correlacions entre bessons per a les diferents dimensions de personalitat són més grans en el cas de les parelles de bessons monozigòtics que en el de bessons dizigòtics, i que entre sexes també hi ha certes diferències. Els autors atribueixen les primeres diferències al pes de l'herència en la variabilitat de la personalitat, mentre que les segones, entre sexes, les atribueixen a l'atzar. La mitjana de correlacions per a totes les escales del CPI en les parelles de bessons monozigòtics és de 0,50, mentre que en els bessons dizigòtics aquesta mitjana assoleix un valor de 0,32, sense diferències en la variància de les mesures de correlació, cosa que ens permet de dir que la diferència entre bessons monozigòtics i dizigòtics en les correlacions per a les escales del CPI és estable, entorn d'un valor de 0,20 punts de correlació a favor dels primers. Aquesta diferència de 0,20 punts de correlació és consistent en diferències de correlació per a mesures d'aptitud i mesures d'interessos i, per a Loehlin i McNichols es pot fer servir per a calcular (d'acord amb la fórmula que ja hem descrit) el valor de l'heretabilitat dels trets. Multiplicant per dos aquesta diferència de correlacions entre bessons monozigòtics i dizigòtics, obtindríem una heretabilitat de 0,40 que, si s'elimina l'efecte dels errors de mesura i el biaix que hi ha pel fet de ser un estudi amb bessons, arribaria a un valor de 0,50 d'heretabilitat dels trets de personalitat.

Aquests autors també van analitzar els informes oferts pels pares dels bessons en tant que resumeixen la influència de les variables ambientals en el desenvolupament i les semblances de la personalitat dels bessons tenint en compte la distinció entre tipus de bessons i el seu sexe respectiu. A partir dels informes es va operacionalitzar una puntuació que feia referència a l'experiència i l'entorn on s'havien desenvolupat els bessons. Es va comparar aquesta variable entre els tipus de bessons i es va veure que els bessons monozigòtics presentaven una correlació d'un valor pròxim al zero, igual que els bessons dizigòtics. L'existència d'una correlació nul·la entre ambient i zigositat suggereix que les experiències diferents de l'entorn dels bessons monozigòtics i dizigòtics no són prou importants per a influir en el desenvolupament dels bessons. En conclusió, tal com diuen els mateixos autors,



"Els gens i l'ambient aporten una variància similar en la variació interindividual dels trets de personalitat."

Loehlin i McNichols (1976) *Heredity, environment and personality* (pàg. 89). Austin: University of Texas Press

Els resultats d'aquest estudi s'han vist confirmats en part per d'altres de més recents i també molt importants sobre

l'herència dels trets de personalitat. Entre aquests estudis en destaca un que es va fer a Suècia i que va dirigir una psicòloga sueca experta en aquest camp, la Dra. Nancy Pedersen, que inclou prop de tretze mil parelles de bessons. Entre aquests bessons, quatre mil nou-cents vuitanta-set eren parelles de bessons monozigòtics i set mil set-cents noranta eren bessons dizigòtics. En aquest estudi es va fer servir el test EPI (*Inventario de personalidad de Eysenck*) per a estimar l'heretabilitat de l'extraversió i el neuroticisme. Les correlacions per a la dimensió extraversió entre bessons monozigòtics van ser de 0,51, i per a bessons dizigòtics, de 0,21; en el cas del neuroticisme, aquestes correlacions van ser de 0,50 i 0,35, respectivament (Floderus-Myrhed, Pedersen i Rasmusson, 1980). Fent servir aquest mateix qüestionari (l'EPI) a Austràlia i amb una mostra total de dos mil nou-cents tres bessons, es van obtenir correlacions de 0,52 i 0,17 per a l'extraversió, i de 0,50 i 0,23 per al neuroticisme (Martin i Jardine, 1986). Finalment, també amb bessons, el 1988 es va portar a terme un estudi a Finlàndia en què van participar catorze mil dues-centes vuitanta-vuit parelles de bessons adults. També s'hi va fer servir l'EPI, i es van obtenir unes correlacions entre bessons monozigòtics de 0,46 i, i per a bessons dizigòtics, de 0,15.

El 1990 Bouchard i McGhue van revisar el paper dels factors genètics i ambientals en la personalitat adulta dels individus i es van concentrar a investigar la comparació entre bessons monozigòtics criats junts i separatament, perquè aquesta combinació ofereix una possibilitat immillorable per a estimar el paper de l'ambient i de l'herència en la personalitat. En aquest estudi, aprofitant les dades obtingudes en l'estudi que ja hem comentat de bessons de Minnesota, van comparar bessons monozigòtics i dizigòtics criats junts i separats per a les dimensions de personalitat avaluades pel CPI. S'hi van fer servir les mateixes parelles de bessons monozigòtics i dizigòtics que ja hem descrit en parlar de l'herència de la intel·ligència, però es van incloure controls més rigorosos pel que fa a les variables moduladores, com ara l'edat de les parelles de bessons i el sexe i una estimació quantitativa del grau de similitud dels ambients en què s'havien desenvolupat els bessons criats separatament.



La conclusió a la qual arriben Bouchard i McGhue (1990) és que la variància genètica justifica el 50% de la variació de les mesures de personalitat i, si es comparen aquestes estimacions amb les d'altres estudis, es comprova que aquest resultat no es veu afectat per l'edat dels subjectes, el tipus de ciutat on viuen, si han viscut junts o no, etc.



Tots aquests estudis han estat analitzats globalment per H.J. Eysenck (1990) i els resultats relatius al paper dels diferents components de la variància fenotípica i corresponents a les tres dimensions bàsiques d'extraversió, neuroticisme i psicoticisme han estat resumits, que són els següents.

La contribució de la variància genotípica a la variància de la personalitat s'ha de situar entorn del 50%. La resta s'hauria de repartir entre la variància ambiental i els altres components. Pel que fa al paper de la variància ambiental, Eysenck insisteix que s'ha de tenir present que el component que més afecta als trets de personalitat és el que anomenem *ambient específic* (intrafamiliar), perquè *l'ambient comú o compartit* amb prou feines exerceix influència en la variància fenotípica. Aquest aspecte és molt important i es contrasta en la majoria d'estudis, com el de comparació de bessons monozigòtics criats junts i monozigòtics criats separats, que tenen índexs de correlació de 0,49 i 0,48, respectivament, com hem vist en parlar de l'estudi de Minnesota.

Els estudis de l'herència de la personalitat també han fet servir el disseny d'adopcions. Com hem vist, el disseny d'adopcions explota una situació en què podem explorar que els individus que es crien junts, sense tenir cap relació de consanguinitat (pares i fills adoptius), desenvolupen semblances degudes al fet de compartir el mateix ambient. Al mateix temps, comparant els pares i fills biològics, podem veure que les semblances que presenten es deuen al parentiu genètic però no a l'ambiental. La lògica d'aquests estudis és diferent, òbviament, de la que sustenta la investigació amb bessons. Els nens adoptats en el moment de néixer aporten tot el material genètic (per tant, la seva herència) dels pares biològics, i adquireixen tot l'efecte ambiental de la família adoptiva. Podem estudiar la personalitat o temperament d'un individu adoptat i veure si s'assembla al dels pares biològics (cosa que indicaria la importància de l'herència) o bé si s'assembla al dels pares adoptius (això evidenciaria el pes de l'ambient). Seguint aquesta lògica, els estudis d'adopcions permeten comparacions múltiples a partir de les quals es poden estimar els diferents components de la variància fenotípica i, finalment, conèixer l'heretabilitat dels trets.

El primer estudi, i el més rellevant, de l'herència de la personalitat per mitjà de dissenys d'adopcions el van portar a terme Scarr i altres el 1981. Van comparar cent vint famílies que tenien un total de dos-cents trenta-quatre fills biològics (amb una mitjana d'edat de 18,5 anys), amb cent quinze famílies amb un total de cent noranta-quatre fills adoptius. Aquests nens van ser adoptats abans de fer un any (el 91% abans dels sis mesos), i se'ls va analitzar a l'edat mitjana de 18,5 anys. Es van administrar tres tests de personalitat diferents als pares i als fills per a avaluar l'extraversió, l'estabilitat emocional, la impulsivitat, l'emocionalitat, la sociabilitat i l'ansietat. Després de calcular diferents tipus de correlacions entre pares i fills adoptius, entre pares i fills biològics, i entre germans biològics i germanastres, Scarr i altres van calcular l'heretabilitat dels trets de personalitat i van trobar uns índexs d'heretabilitat entorn del valor 0,25, molt més baixos que els dels estudis de bessons. Els resultats de Scarr i altres (1981) en adopcions plantejaven que la influència dels factors genètics sobre les dimensions de personalitat s'havia d'estimar entorn d'un 25% i no d'un 50%, com es deduïa dels estudis de bessons. Segons Scarr, aquesta diferència es deu al fet que els estudis de bessons subestimen la importància dels factors ambientals interfamiliars (variància ambiental

comuna).

Amb l'aparició del model de personalitat de cinc factors (*Big five*), la genètica de la personalitat ha trobat, com tants altres àmbits de la psicologia, un model de personalitat d'acceptació general. Així, el 1994 McCrae i Costa van acceptar la idea que les cinc dimensions bàsiques de la personalitat podien tenir un component genètic i hereditari. Dos anys abans, J. Loehlin havia recapitulat les evidències empíriques de l'herència de cadascuna de les cinc dimensions de personalitat a partir d'avaluacions de dimensions similars a les que proposa el model de cinc factors perquè, com hem vist, fins fa pocs anys no es disposava de tests explícitament dissenyats per a avaluar les dimensions reconegudes pel model de cinc factors. En aquest treball del 1992 de Loehlin es resumeixen nombroses evidències de l'heretabilitat d'aquests cinc factors i se n'ofereixen les estimacions més adequades. Per a identificar aquests índexs parteix de la idea que les dimensions bàsiques del cinc factors s'assemblen explícitament a dimensions que hi ha en altres models. Així, per exemple, la dimensió de surgència és similar a l'extraversió i la dominància; l'estabilitat emocional, a l'ansietat o el neuroticisme; la cultura, a la intel·ligència o obertura a l'experiència; la consciència, a la conformitat o motivació; i l'agradabilitat, a l'empatia i la bona disposició personal. A partir d'aquestes similituds, Loehlin va recopilar dades de diverses investigacions en què s'havia fet servir qualsevol d'aquestes dimensions en estudis de famílies, de bessons o d'adopcions, i va agrupar les dades d'heretabilitat. Segons aquest estudi, el factor I (surgència) ofereix una heretabilitat que oscil·la entre 0,32 i 0,36 i el factor II (estabilitat emocional) ofereix una heretabilitat que oscil·la entre 0,27 i 0,31. Bàsicament, les estimacions dels factors I i II són similars a les dels factors d'extraversió i neuroticisme, perquè aquestes mesures van ser les més importants. Pel que fa als altres factors, l'autor reconeix que és més difícil trobar estudis en què s'avaluïn aquestes dimensions d'una manera tan nítida com les dues anteriors, però en un esforç de síntesi Loehlin també descriu estimacions d'heretabilitat que són, naturalment, menys precises que les dels factors I i II. En el factor III, la cordialitat, va trobar un rang d'heretabilitat que oscil·la entre 0,24 i 0,28; en el factor IV, la consciència, va trobar un rang d'heretabilitat entre 0,22 i 0,28. Finalment, en el factor V, la cultura, va trobar un rang d'heretabilitat d'entre 0,43 i 0,46.

En resum, Loehlin indica que les dimensions de personalitat descrites en el model dels cinc factors mostren un rang de variància dels efectes genètics additius que oscil·la entre un 22% i un 46%, uns efectes de l'ambient compartit que oscil·len entre el 0% i l'11%, un efecte de la variància genètica no additiva d'entre un 11% i un 19% (excepte en el factor V, que és molt petit, del 2% al 5%), que és difícil de comprendre. El 44-55% restant de la variància de les mesures de personalitat s'ha d'atribuir a una combinació d'efectes ambientals específics de l'individu, del factor d'error de mesura i de la interacció gens per ambient, que encara no s'han estimat amb precisió.

Tret	h^2
Alçada	0,80
Pes	0,60
QI	0,50
Capacitat cognitiva específica	0,40
Rendiment escolar	0,40
(MCF)	
Extraversió	0,36
Neuroticisme	0,31
Responsabilitat	0,28
Cordialitat	0,28
Intel·lecte	0,46
(EAS)	
Emocionalitat	0,40
Activitat	0,25
Sociabilitat	0,25
Impulsivitat	0,40
Personalitat (mitjana)	0,40
(Actituds)	
Conservadorisme	0,30
Religiositat	0,16
Integració racial	0,00
Visió TV	0,20

Diversos índexs d'heretabilitat "amitjanats" per a trets morfològics, de personalitat, de temperament i actituds
Font: Pervin, 1996

El 1987 Plomin i Daniels van revisar els estudis empírics relatius a l'herència de la personalitat i van veure que se'n podia extreure una conclusió doble:

1. Sembla que la majoria de dimensions de personalitat tenen una influència hereditària rellevant.
2. L'ambient comú en què es desenvolupen els individus (en el sentit familiar) té un paper molt petit en la personalitat.

La primera conclusió és una conseqüència directa de les dades de la genètica de la personalitat i no necessita més comentaris. Al contrari, la segona conclusió provoca una certa sorpresa, ja que posa en qüestió l'efecte de la família en el desenvolupament de la personalitat individual.

La conseqüència que es pot extreure d'aquesta segona conclusió és que dos individus que durant el desenvolupament comparteixen els mateixos pares, el mateix ambient familiar, la mateixa escola, el mateix veïnat i la resta de factors de l'entorn que habitualment comparteixen els germans que creixen junts en el si d'una família (encara més en el cas dels bessons), les diferències o semblances de la seva personalitat tenen poc a veure amb els factors ambientals comuns, i per això semblen tenir un impacte nul en les mesures de personalitat que obtenim amb els qüestionaris i tests. Basant-se en els estudis de bessons, de famílies i d'adopcions, que convergeixen a indicar el petit paper de l'ambient comú en la variabilitat de la personalitat, s'ha estimat que aquest component justificaria, aproximadament, un 10% de la variància total. En combinació amb els altres resultats, això ens indica que l'ambient específic té un paper molt important en el desenvolupament de les diferències en personalitat.

Una altra conclusió que es pot extreure d'aquesta dada és que el paper de l'individu en el desenvolupament de la personalitat és importantíssim, perquè en determina l'ambient específic, com hem vist en parlar de la interacció gens per ambient. Els bebès fan que les reaccions dels seus pares tinguin molt a veure amb els seus comportaments originals i, per tant, ja des de molt petits els individus modelen el seu ambient amb els seus propis comportaments i disposicions. Si un bebè té un temperament sociable, des que és molt petit el seu entorn es comporta diferent de si el bebè és més aviat retret i introvertit, i per això els ambients específics tenen tanta importància en el desenvolupament de la personalitat. Scarr i els seus col·laboradors anomenen aquest fenomen *efecte de la interacció gens per ambient* (Scarr i McCartney, 1983), i proposen que els efectes de l'ambient al llarg del desenvolupament provenen de la cooperació entre els factors genètics i ambientals, però dirigits des de la porció hereditària. També han demostrat que aquesta teoria és plausible especialment en referir-se als factors del temperament (Scarr i McCartney, 1983; Buss i Plomin, 1984).

Durant l'època en què el paradigma de la psicoanàlisi va tenir el màxim apogeu, en la comprensió de la personalitat i la malaltia mental es va considerar la família com un element determinant de la personalitat i la salut mental dels seus membres, tant en termes retrospectius com prospectius. Sota aquesta idea es mantenia la pressuposició que els nens que creixien i es desenvolupaven en el mateix entorn familiar devien haver patit les mateixes experiències traumàtiques o favorables per al seu desenvolupament personal posterior. Contràriament a aquestes prediccions hi ha una gran quantitat d'evidències que indiquen, tant en el context de la personalitat normal com patològica, que la personalitat i els trastorns mentals tenen poc a veure, o deuen ben poc, a l'efecte intrafamiliar (ambient familiar comú) (Plomin i Daniels, 1987). La part de similitud que mantenen aquests subjectes és efecte, en gran part, de la seva semblança genètica. El paper de l'ambient en aquest context prové de l'anomenat *efecte no compartit* o *efecte interfamiliar*, és a dir, el que no tenen en comú els membres d'una mateixa família.

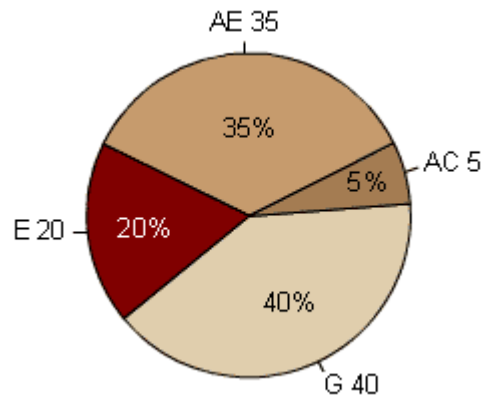
Efecte de l'ambient i els gens en la personalitat (la paradoxa de l'efecte de la família)

El descobriment del poc pes que té l'ambient comú en la variabilitat de les dimensions de personalitat posa en crisi una idea molt estesa sobre la importància de la família en el desenvolupament de la personalitat humana. La majoria de les teories tradicionals de la personalitat, des de Freud, han considerat molt important el paper de la família (i altres variables associades, com el seu nivell econòmic i cultural) en la determinació de la personalitat individual i, tanmateix, les dades actuals contradiuen aquesta teoria.

El 1987 R. Plomin i D. Daniels, dos científics nord-americans de la Universitat Estatal de Pensilvània, van publicar un treball amb un títol captivador: *¿Por qué los hijos de una misma familia son tan diferentes entre sí?* A partir d'estudis genètics, aplicats a poblacions de bessons i nens adoptats, arribaven a una conclusió que potser ha sorprès més els investigadors que els mateixos pares. Dos germans de la mateixa família no s'assemblen entre ells més que qualsevol parell d'individus triats aleatòriament en una població. Com és possible que si els fills d'una mateixa família comparteixen el 50% dels gens i, a més, han crescut i s'han desenvolupat en el mateix entorn, poden divergir tant en mesures d'aptituds, personalitat i altres trets psicològics? Plomin i Daniels (1987) atribueixen les diferències entre germans de la mateixa família no justificades per l'herència comuna ni per l'ambient comú a l'efecte de l'ambient no compartit que actua sobre els fills d'una mateixa família.

L'efecte de l'ambient no compartit representa l'acció de certs factors ambientals que no actuen per igual en els germans o fills d'una mateixa família. Per exemple, el tracte que el pare i la mare donen als seus fills i filles adolescents. Aquests factors, que actuen sistemàticament d'una manera ambiental no compartida, són la composició de la família, el sexe, l'ordre de naixement, els congèneres de la mateixa edat i el tractament educatiu diferencial. A més d'aquests factors de l'ambient no compartit d'efectes sistemàtics n'hi ha d'altres amb efectes no sistemàtics i

que, per tant, no es poden estimar amb procediments estadístics. Aquests factors no sistemàtics inclouen esdeveniments accidentals o fortuïts que succeeixen en el desenvolupament vital, com ara accidents, malalties o qualsevol altre tipus de fenòmens que afecten aleatòriament el desenvolupament d'un membre de la família però no d'un altre.



Representació gràfica de la proporció de la variància fenotípica de la personalitat atribuïble als diferents components de la descomposició genètica (en tant per cent).
Font: N. Pedersen (1994).

De la mateixa manera que l'estudi de l'herència de la intel·ligència, especialment l'estimació dels coeficients d'heretabilitat, l'estudi de la personalitat ha mostrat ser molt sensible als efectes de l'edat dels individus que s'han estudiat. Recentment Nancy Pedersen (1994) ha demostrat la importància d'aquest element, l'edat dels subjectes, en l'estimació de l'heretabilitat. Malgrat el fet que quan naixem ja disposem de la totalitat dels gens que constitueixen la nostra dotació hereditària, no tots actuen alhora i amb la mateixa seqüència, perquè els gens es poden activar i desactivar, actuar o no en determinats moments del desenvolupament. De la mateixa manera, els efectes de l'entorn poden ser més o menys importants, segons el moment del desenvolupament individual. Per exemple, la pubertat i la menopausa són estadis de la vida en què segurament apareixen canvis importants en l'acció dels gens (alguns s'activen i d'altres es desactiven). És possible que passi el mateix amb els efectes dels gens en la personalitat.

En un estudi de naturalesa longitudinal desenvolupat per aquesta autora en diferents països escandinaus, i començat el 1984 (amb l'última collita de dades el 1993), es va veure que els efectes dels diferents components genètics i ambientals en les mesures de personalitat variaven. En concret es van avaluar l'extraversió, el neuroticisme, la impulsivitat i l'hostilitat per mitjà del KSP (un test de personalitat molt utilitzat a Suècia). Es van fer tres mesuraments de les variables de personalitat, el 1984, el 1987 i el 1990. Els efectes genètics són molt estables al llarg de les tres avaluacions, mentre que els efectes ambientals que globalment no canviaven van mostrar un canvi intern pel que fa a la distribució intrafamiliar i interfamiliar. En general, el pes de la variància específica es va reduir a la meitat entre els dos moments de la mesura i va augmentar la influència de l'ambient comú. L'estabilitat fenotípica es va mantenir estable, i de fet les correlacions entre aquests factors en un interval de sis anys ens mostren aquesta estabilitat que hem indicat abans. Les correlacions entre factors genètics van oscil·lar entre 0,85 i 1,0, i les correlacions dels factors ambientals van mostrar una mitjana de 0,50.

A tall de resum i conclusions de la fita sobre genètica de la personalitat indicarem el següent:

1. Les dimensions principals de personalitat requereixen un model que incorpori un important factor de variància genètica additiva per a ajustar les dades correctament; aquest component agrupa un 50% de la variància, que es pot elevar fins al 60% quan es fa la correcció per atenuació de les mesures.
2. No hi ha una evidència destacada de la contribució del factor de l'ambient compartit (interfamiliar) en les variables de personalitat; és una observació molt important, perquè tradicionalment les investigacions sobre la personalitat donaven un pes específic molt important a aquest factor, gairebé exclusiu.
3. Els factors de l'ambient específic (intrafamiliar) semblen els que componen gairebé exclusivament la variància ambiental en aquests estudis d'herència de la personalitat.
4. Els errors de mesura tenen un paper important, perquè habitualment es confonen amb la variància intrafamiliar, i és important corregir aquest efecte per a obtenir coeficients d'heretabilitat correctes per a aquest factor.
5. En els estudis els efectes de l'edat i el sexe són molt importants. L'heretabilitat sembla superior en dones i en grups de joves, més que en persones de més edat.

Possiblement aquests estudis sobre l'herència dels trets psicològics estan arribant al final. Ens referim als estudis de

tipus quantitatiu, perquè els desenvolupaments moderns de la genòmica i la proteòmica, que es fonamenten en la bioquímica i la biologia molecular dels gens, obriran segurament una nova etapa en l'estudi de les relacions entre gens i comportament.



"El meu pressentiment és que els biòlegs moleculars entraran en la psicologia i controlaran aquesta especialitat. Penso que aquesta és la manera com es rejoyenirà la psicologia."

Silver Lee (1997) (pàg.233). *Remaking Eden: Cloning and Beyond in a Brave World*. Nova York: Avon Books.

Factors i determinants ambientals

L'ambient: una variable complexa o múltiples variables independents



Al segle II, el metge grec Galè va consignar que ell i uns amics seus havien practicat una cesària a una cabra "perquè el nounat mai no veïés qui l'havia parit". Van treure el cabrit de la matriu de la mare i el van deixar en una habitació on hi havia bols de vi, oli, llet, mel, cereals i fruites. "Vam veure que el cabrit va fer els primers passos com si sentís que tenia potes", va escriure Galè. "Després es va sacsejar per treure's la humitat de la mare, i la tercera cosa que va fer va ser gratar-se la illada amb la pota del darrere; després vam veure com flairava cadascun dels bols que hi havia a l'habitació, i llavors, d'entre tots els bols, va olorar la llet i se la va beure a cops de llengua. En veure-ho, tots vam deixar anar un crit, perquè es va comprovar el que Hipòcrates havia dit: "El geni natural dels animals no s'ensenya".

R. Richards (1987). *Darwin and the Emergence of the Evolutionary Theories of Mind and Behavior* (pàg. 137). Chicago: The Chicago University Press.

L'estudi anterior dels factors ambientals i el seu impacte en el desenvolupament de la intel·ligència o de la personalitat es basava a classificar l'ambient en unes categories àmplies en què s'ubicaven les famílies en grups, d'acord amb els seus ingressos o recursos econòmics, pel que fa al nivell educatiu patern, la composició i el lloc d'origen o residència. Els resultats d'aquesta estratègia, però, han demostrat que són variables massa globals i que l'ús no aclareix explícitament l'efecte de les variables d'ambient en les diferències individuals. Un exemple d'aquesta estratègia és l'estudi de l'ordre de naixement i la seva influència en el quocient intel·lectual.

Tradicionalment el determinisme ambiental de les diferències individuals ha seguit un enfocament d'estudi més sociològic que psicològic, perquè es consideraven les variables ambientals d'una manera massa molar i àmplia i perquè aquestes variables s'encavallaven amb les variables clàssiques d'investigació sociològica.

Des del punt de vista psicològic, considerarem l'ambient com el conjunt total d'estímuls que afecten l'individu, des de l'instant en què es constitueix en zigot (futur individu) i durant tota la vida. L'ambient inclou una sèrie de factors de naturalesa molt variada, els efectes dels quals moltes vegades són interactius entre ells. Entre aquests factors hi ha el medi físic, el clima, els aspectes socials, culturals i psicològics que poden afectar d'una manera peculiar l'individu abans, durant i després del naixement (Forteza, 1981). Pretendre de fer una llista exhaustiva i completa, sense gaires encavallaments, dels factors ambientals que afecten el comportament i els trets psicològics és una tasca gairebé impossible. Sí que podem delinear alguns aspectes, com ara les condicions ecològiques del lloc, el clima, la dieta, l'estat de salubritat, la higiene, les condicions d'habitatge, el seu emplaçament, la composició numèrica de la família, les seves característiques relacionals, l'ordre de germans, els sistemes educatius, les experiències escolars i extraescolars, el context laboral, l'ambient cultural immediat, les pràctiques, els costums socials, les creences i valors socials, etc. Totes aquestes variables es poden resumir, més o menys bé, en una gran variable (macro) que normalment anomenem *nivell socioeconòmic* i que es representa per les sigles SES (Forteza, 1981).

La família, l'escola i el nivell socioeconòmic

Des dels anys vuitanta s'ha canviat l'estratègia d'estudi de les influències ambientals en el desenvolupament de les diferències individuals i s'ha optat per seguir la formulació de la genètica de la conducta. Com veurem, la genètica de la conducta considera l'estudi dels efectes dels factors genètics en els trets psicològics d'una manera analítica i quantitativa, i proposa fer el mateix amb els factors ambientals. Aquests últims els divideix en els factors d'ambient comú ($V(Ac)$) en el grup d'individus dels quals estudia la variació i els factors de l'ambient específic ($V(Ae)$), i constitueix la família com el nucli al qual fa referència aquesta distinció.

Les influències de l'ambient comú són les que són iguals, perquè són compartides per tots els membres d'una mateixa família. Aquestes variables provoquen variabilitat entre les famílies, però no dins la família, per això també s'anomenen *variabilitat interfamiliar*. Entre les variables que produeixen aquestes influències hi ha el nivell socioeconòmic, el tipus de condicions materials de vida (casa, veïnat, vehicles, etc.), el nivell socioeducatiu (nombre de llibres disponibles, ambient cultural familiar, viatges, etc.), etc. Aquestes variables són relativament fàcils de veure i quantificar, i en moltes investigacions són les que trien els autors. Com és obvi, es poden incloure altres variables menys fàcils de quantificar, però sens dubte importants, com ara les actituds polítiques dels pares, les creences religioses o les pautes de criança dels fills. Però totes aquestes variables, que *a priori* es considera que afecten per igual tots els membres de la família, és possible que no siguin, pel que fa als efectes, tan homogènies com sembla. Així, per exemple, segur que l'edat dels fills provoca que les pautes de criança paternes siguin diferents i que els pares siguin més tolerants amb un nen de quatre anys que amb una adolescent de catorze. Podríem trobar molts exemples com aquest, de diferències en el tracte dins una mateixa família. Aquesta evidència és la base de considerar el paper de les anomenades *influències de l'ambient específic*.

Les influències de l'ambient específic varien dins la mateixa família, i per això s'anomenen *variabilitat intrafamiliar*. Aquestes influències són específiques per a cada individu. Hi destaquen les pautes diferencials de criança i educació, que es basen en l'edat dels fills, el seu sexe i el dels pares, i l'estructura de la família, entre d'altres. Un altre grup de variables de l'ambient específic fa referència a les experiències escolars, els grups d'amics i l'entorn familiar immediat, que és poc compartit entre els membres de la família. En aquest apartat hi ha un altre fenomen important relacionat directament amb la manera de ser (disposicions) dels individus i la seva relació amb el medi (el que anomenem *interacció gens per ambient*). Imaginem dos germans, l'un inquiet i actiu i l'altre més aviat retret i passiu. Aquests germans viuran de la mateixa manera el mateix ambient familiar, o cadascun ho farà diferent? És probable que el més actiu requereixi dels pares la compra d'elements per a la pràctica esportiva o el seu ingrés en un club d'activitats a l'aire lliure, mentre que l'altre requereixi dels pares la possibilitat d'assistir a una acadèmia de música o d'aprenentatge d'idiomes. Extrapolem aquest exemple a altres situacions en què hi hagi un germà amb un temperament impulsiu i l'altre de més controlat. Quantes situacions educatives diferents provocaran en el si de la mateixa família? Aquest és l'ambient específic, i per això podem concloure que és molt difícil de veure, identificar i quantificar. Encara avui no s'ha pogut aplicar massivament aquesta divisió dels factors ambientals als estudis sobre el determinisme ambiental de les diferències individuals, però quan s'ha fet, com en els estudis d'herència de la personalitat de Plomin i els seus col·legues, s'ha pogut discriminar quantitativament el poc pes de l'ambient familiar en el desenvolupament de la personalitat individual (Plomin, 1990).

Ambient, capacitats i personalitat

Mascie-Taylor va publicar el 1994 un treball en què es revisa l'efecte que tenen diversos aspectes del medi ambient que afecten la variabilitat de les aptituds cognitives. Es basa principalment en l'NCD (*National child development*), un estudi longitudinal de seguiment dels nens nascuts en els anys setanta que es va fer a la Gran Bretanya. El 1983 i el 1984 es van publicar els resultats, que feien referència a la intel·ligència avaluada en nens d'onze anys (en una mostra de catorze mil nens). Es van avaluar les aptituds lectores, de matemàtiques i els quocients intel·lectuals verbal i no verbal. Gràcies a l'NCD es disposa de moltes dades de factors ambientals que van permetre als autors de buscar les relacions entre aquests factors ambientals i la intel·ligència. Entre els factors ambientals estudiats s'inclouen múltiples variables relacionades amb el medi familiar on vivien (dimensions de l'habitatge, estatus socioeconòmic, condicions laborals dels pares, nombre de germans, etc.), variables del procés prenatal i la nutrició i l'exposició a substàncies tòxiques durant el desenvolupament, entre les variables més destacades. Potser les dades més interessants d'aquest estudi són les que fan referència al medi de l'entorn familiar i domèstic.

El medi ambient domèstic fa referència a una combinació d'efectes de factors de naturalesa física i psicosocial de gran importància en el desenvolupament de l'individu, i especialment en el desenvolupament de les seves aptituds cognitives i trets de personalitat. En aquest treball només farem referència a les aptituds cognitives. En els factors que componen el medi ambient domèstic i familiar trobem variables com la dimensió de la família, l'ordre del naixement dels components (principalment els fills), la presència o l'absència d'amuntegament, el tipus de comoditats domèstiques, la disponibilitat d'electrodomèstics, les cures paternes i els recursos financers. Aquestes variables combinades constitueixen els determinants principals del medi domèstic i familiar. Generalment s'entén que quan els recursos econòmics de la família són escassos i les condicions domèstiques, insuficients o inadequades (com per exemple en el cas de l'amuntegament), hi ha multitud de problemes en el medi familiar i els nens procedents d'aquests ambients tenen un rendiment escolar baix i més problemes d'adaptació social que en el cas contrari. Però d'aquesta observació no es pot concloure l'efecte específic de cada variable aïlladament.



El quocient intel·lectual i l'ordre de naixement

Durant molts anys hi ha hagut la creença que la intel·ligència d'un grup de germans en una família depenia de l'ordre del naixement, i aquesta creença es va veure ratificada en els anys seixanta per unes investigacions empíriques que van donar lloc a una teoria que explicava aquest fet i que es denomina *teoria de la confluència* (Zajonc i Markus, 1975). L'origen d'aquest model van ser les dades d'un estudi que es va portar a terme en l'exèrcit holandès, en què es va estudiar un total de tres-cents vuitanta-sis mil reclutes que feien dinou anys entre el 1963 i el 1966, dels quals es va obtenir el quocient intel·lectual (a partir dels tests de Raven) i tota una sèrie de dades de la família, com el nombre de germans i l'ordre de naixement, entre altres dades (Belmont i Marolla, 1973). Per a relacionar la família en les dimensions i l'ordre de naixements van agrupar les dades dels reclutes en grups de nombre de germans i van fer la mitjana de l'edat mental de cada grup a partir del quocient intel·lectual obtingut pels subjectes en els tests de Raven. Els resultats d'aquest estudi mostren que l'edat mental tendeix a declinar a mesura que s'incrementa la dimensió de la família, i també segons l'ordre de naixement dins de cada dimensió familiar. Els fills únics tenen, de mitjana, un nivell intel·lectual inferior al dels primogènits de famílies amb més germans. Dins de cada categoria familiar, l'edat mental dels últims germans declina molt ràpidament.

Zajonc i Markus (1975) van formular la teoria de la confluència per a explicar aquestes dades sobre les relacions entre variables familiars i quocient intel·lectual. L'explicació d'aquest fenomen resideix a comprendre l'efecte confluent de dos factors: l'entorn intel·lectual familiar i la funció educativa. El primer factor, l'entorn intel·lectual familiar, consisteix en el nivell mitjà d'intel·ligència que hi ha en una família, i que el determinaria per la intel·ligència dels seus membres. Operacionalment correspon a la mitjana de les edats mentals dels membres de la família, que tendeix a disminuir amb cada nou naixement i, per tant, per la incorporació de nivells d'edat mental inferiors dels nens més petits. Així, les relacions entre intel·ligència i dimensió familiar (nombre de fills) i ordre de naixement són, en tots dos casos, negatives, i la magnitud d'aquestes relacions dependran de la distància temporal entre naixements (diferències d'edat entre els fills). Pel que fa a la funció educativa, Zajonc i Markus consideren que els fills de famílies amb més d'un germà tenen ocasió d'exercir funcions de mestre dels germans més petits, i aquest exercici estimula la intel·ligència dels grans. En el cas dels benjamins (els últims) i dels fills únics, aquesta funció no es pot practicar, i d'aquest fet es podria deduir una explicació de per què els benjamins tenen menys nivell de quocient intel·lectual, i també els fills únics, davant els primogènits. El 1980 Zajonc va presentar una formulació matemàtica d'aquesta teoria i en va observar el grau d'ajustament amb les dades obtingudes en diferents estudis empírics (Retherford i Sewell, 1991).

Durant molt de temps aquesta teoria ha justificat unes dades que a molts investigadors i llecs no els semblaven un bon reflex de la realitat. Així, doncs, malgrat la vigència d'aquesta teoria, fa poc s'ha criticat perquè té nombrosos biaixos conceptuals i metodològics, entre els quals s'inclouen aspectes com la tria no aleatòria de les mostres estudiades, l'ús de mostres no representatives de la població i errors en el control dels efectes de variables, com el nivell socioeconòmic i altres variables que afecten l'entorn familiar (Retherford i Sewell, 1991). Després de la formulació original del model de Zajonc i Markus, tres amplis estudis més han abordat, amb altres metodologies d'anàlisi de les dades, el problema de les relacions entre quocient intel·lectual i ordre de naixement. Aquests estudis són principalment un aprofitament de les dades que ofereixen els estudis longitudinals de la intel·ligència, i han permès de proposar un model alternatiu en què es veu que el model de confluència no s'ajusta a les dades, i que entre ordre de naixement i quocient intel·lectual amb prou feines hi ha una relació consistent. Aquest model alternatiu, desenvolupat a partir de l'estudi longitudinal de Wisconsin, es basa en dades de deu mil estudiants de secundària als quals s'havia fet un seguiment del nivell intel·lectual l'any 1964 i l'any 1975, i dels quals es disposava de totes les dades familiars (nombre de germans, ordre entre germans, quocient intel·lectual de pares i germans, etc.). Per a avaluar el quocient intel·lectual es va fer servir una bateria de tests similar al WAIS.

Per a comprovar la validesa del model de confluència en les dades de l'estudi de Wisconsin es van agrupar les dades de quocient intel·lectual d'aquest estudi de la mateixa manera que s'havia fet amb l'estudi dels soldats holandesos, i es va veure que les seves dades eren semblants i que el model es complia. Després van representar les dades sense agrupar els resultats per nombre de germans de la família, sinó individualment. En el tractament de les dades individual, sense agrupar, es considerava un sol individu (no la mitjana) per a cada ordre de naixement i dimensió de la família. En aquest cas es van estudiar mil quinze casos del total i es va veure que el patró predit pel model de confluència no es complia, perquè les dades mostraven una variabilitat important. Segons Retherford i Sewell, l'estudi individual reflecteix la realitat del fenomen, mentre que el treball de Zajonc i Markus, basat en agrupaments, confon l'efecte de l'ordre de naixement sobre la intel·ligència amb altres factors que provenen de la mitjana de subjectes en cada nivell d'ordre de naixement. Retherford i Sewell proposen que no hi ha cap relació entre ordre del naixement i quocient intel·lectual, i que el model de confluència de Zajonc i Markus, malgrat ser enginyós i intuïtiu, es basa en un tractament erroni de les dades (Retherford i Sewell, 1991).

A partir de les dades de l'NCD, es va poder aïllar l'efecte de cadascuna de les variables principals que constitueixen el medi familiar i domèstic. Així, es va analitzar l'efecte de variables aïllades, per exemple l'amuntegament, sobre el quocient intel·lectual. Comparant grups de nens que vivien en cases on hi havia amuntegament i disposaven de poc espai específic (més d'una persona per habitació), amb grups de nens que vivien en cases més espaioses (més de dues habitacions per persona), es va descriure una diferència de més de dotze punts en el quocient intel·lectual global. Controlant tot un conjunt de variables (amb la regressió múltiple) potencialment moduladores d'aquest efecte (edat dels pares, pes en néixer, tipus de comoditats domèstiques, nivell socioeconòmic, etc.), es va continuar

mostrant l'efecte significatiu de l'amuntegament en el quocient intel·lectual. En l'NCD es van obtenir dades del nombre de persones que compartien el dormitori i de si el probando compartia el llit (i amb quines persones) o no, i es va trobar una associació significativa entre aquestes variables i el quocient intel·lectual. La diferència mitjana entre el quocient intel·lectual dels nens que dormien sols i els que dormien en habitacions compartides per més de tres persones pujava a 6 punts. En cas que el subjecte compartís el llit amb altres familiars o no, es trobava una diferència de 7 punts de quocient intel·lectual. El tipus d'habitatge que ocupa la família, en el cas de situacions de vertadera pobresa, contribuïa intensament a les diferències en el quocient intel·lectual i l'afectava fins a un total de 4 punts de diferència. En aquest cas, la variable renda familiar no produïa un efecte significatiu.

En resum, en aquest estudi les dades de l'NCD ens ofereixen informació molt interessant dels efectes estadístics independents de múltiples variables de l'entorn familiar i domèstic sobre el quocient intel·lectual. Un nen que rebí ajuda alimentària social, que visqui en un ambient d'amuntegament i amb poques o nul·les comoditats domèstiques, el pare del qual estigui aturat i en què la família no disposi de recursos financers, pot presentar un dèficit mitjà de 16 punts de quocient intel·lectual respecte d'un nen que no tingui aquests problemes en l'ambient domèstic i familiar.

Les relacions causals entre factors ambientals i intel·ligència són, com en el cas de les relacions causals entre factors genètics i intel·ligència, molt difícils de descobrir, i requereixen una anàlisi més detallada dels components ambientals i els seus efectes en la intel·ligència. En aquest sentit, s'han estudiat variables com ara el clima familiar. En aquesta variable s'inclouen fenòmens com la interacció mare-fill, l'ajustament emocional familiar, les atencions i cures dispensades als fills, etc., que actuen sobre el nen des del primer moment del naixement i especialment durant els anys més crítics en el desenvolupament de la personalitat. Dels nombrosos estudis que s'han fet sobre aquests fenòmens es pot identificar una conclusió, i és que en referir-nos a la intel·ligència, el clima familiar s'imposa com un factor important en el desenvolupament, sense que es disposi d'una estimació quantitativa acceptada en general. Una altra variable estudiada és l'estructura familiar, que fa referència al nombre de germans, la presència dels dos progenitors en l'educació, la presència de diferents generacions familiars en un mateix entorn domèstic, etc. Una de les variables més estudiades d'aquest tipus és l'anomenada *ordre del naixement*, que fa referència al lloc d'ordre que ocupen els fills pel que fa a la data de naixement. Aquest tema ha estat objecte d'una investigació massiva, davant la sorpresa que els primers estudis indicaven que hi havia una correlació negativa entre ordre de naixement i el quocient intel·lectual. Vegem la realitat d'aquest fenomen.

Un altre dels factors de l'ambient que, almenys a simple vista, ha de tenir un paper important en la determinació de la intel·ligència, és l'escola o l'educació acadèmica. L'àmbit escolar és una altra de les variables ambientals tradicionalment relacionades amb la intel·ligència. S'ha vist una clara correlació positiva entre anys d'escolarització i quocient intel·lectual, tot i que aquesta correlació té una doble interpretació: els individus amb el quocient intel·lectual més elevat són els que assoleixen nivells educatius superiors, o és a la inversa? Per a molts investigadors hi ha una correlació entre nivell educatiu i quocient intel·lectual, en què el primer determina el segon (Ceci, 1991). Les correlacions entre quocient intel·lectual i nivell educatiu tenen diverses interpretacions. Una formalitza la idea que els individus amb més nivell de quocient intel·lectual rendeixen millor a l'escola i assoleixen nivells educatius més elevats i que, per tant, l'escolarització no té un efecte causal en el quocient intel·lectual; aquest argument és propi dels primers períodes d'estudi de la intel·ligència i trobaria un bon representant en C. Burt. Davant aquesta posició es proposa la contrària, en què s'indica que l'escolarització és una de les variables que més afecten el nivell intel·lectual de l'individu (Ceci, 1991). Entre aquestes dues argumentacions n'hi ha d'intermèdies, però la segona que hem plantejat és la que reflecteix millor la possible idea d'efectes de l'ambient en la intel·ligència, perquè en la primera es considera que el quocient intel·lectual és previ a l'efecte de l'escolarització com a fenomen ambiental. El valor de la correlació entre escolarització i quocient intel·lectual és d'aproximadament 0,7.

Ceci (1991) resumeix l'evidència empírica que justifica la idea de l'impacte de l'escolarització sobre el quocient intel·lectual en diversos punts que inclouen les relacions entre els anys d'escolarització, l'interval d'accés a l'escola, l'efecte de la generació de l'escolarització en el quocient intel·lectual, etc. S'arriba a la conclusió que es pot determinar que hi ha una relació causal i directa entre l'escolarització i el rendiment en els tests d'intel·ligència. Aquesta conclusió, fonamentada en una argumentació quantitativa, es complementa quan s'afegeixen les evidències derivades d'una anàlisi més qualitativa de les relacions entre l'educació escolar i la intel·ligència. En aquesta anàlisi qualitativa s'hi inclouen aspectes com el tipus de currículum escolar, les activitats, la categoria i el nivell de formació dels mestres, els seus salaris, etc. És a dir, la qualitat de l'escola dividida en factors aïllats. Els resultats d'aquests estudis ens indiquen que la qualitat de l'ensenyament no es relaciona clarament amb el nivell de quocient intel·lectual. Aquests estudis difícilment sostindrien la idea d'una relació directa entre qualitat educativa i quocient intel·lectual, perquè els resultats no deixen clar si aquesta relació hi és i potser, argumenta Ceci, això es deu a una multitud de factors aliens (la manera de mesurar la qualitat de les escoles, la mesura de rendiment en cadascuna, etc.) a la mateixa i estricta relació de les variables estudiades. Un exemple d'aquest segon grup d'arguments són els estudis de classificació de categories de les escoles partint d'índexs de qualitat. La seva relació amb el quocient intel·lectual sempre ha estat esquiva i poc consistent, i per això l'efecte de les variables qualitatives escolars en el quocient intel·lectual es considera molt baix (Jensen, 1982), especialment si fem referència al nucli bàsic de la intel·ligència.

Finalment, una altra comparació habitual és contrastar les relacions entre quocient intel·lectual i classe social. Les relacions entre classe social i quocient intel·lectual mostren, per a una gran majoria de països i ètnies estudiades, una diferència important entre classes altes i classes baixes. Aquesta diferència es pot representar per un valor d'entre 25 i 30 punts de quocient intel·lectual (Forteza, 1981). En les aptituds específiques també hi ha aquesta diferència, especialment en raonament abstracte, comprensió i fluïdesa verbal, i en menys grau en la resta d'aptituds. Sembla que aquestes diferències s'han atenuat una mica en els últims anys i en els països occidentals avançats, però

continuen apareixent en el mateix sentit que hem esmentat.

Operativitzant millor la variable de classe social, que és molt difosa, es va proposar estudiar les diferències en quocient intel·lectual partint de la variable SES. Aquesta variable n'agrupa d'altres, com professió paterna, ingressos familiars, nivell d'instrucció, tipus d'habitatge, zona de residència, etc. La correlació entre aquesta variable i el quocient intel·lectual ofereix un resultat que oscil·la entre un rang de 0,25 i 0,45, cosa que, en paraules de Forteza (1981), "ens permet d'afirmar que el nivell socioeconòmic dóna compte d'una part més aviat petita però substancial de la variància en les puntuacions d'intel·ligència".



"La consideració de les influències ambientals en el desenvolupament diferencial de la intel·ligència ensopega amb problemes de dos tipus: d'una banda, l'enorme dificultat per a distingir l'efecte de la maduració individual sobre la intel·ligència i, de l'altra, distingir els factors del complex fenomen que és l'ambient que actuen sobre el desenvolupament intel·lectual."

Forteza (1981) "Inteligencia y medio ambiente". A: diversos autors *Psicología y medio ambiente* (pàg. 77-83). Madrid: MOPU

Quines són les relacions entre els factors ambientals i els trets de personalitat? Des de fa temps, l'intent de reunir els influxos de la paternitat, l'educació escolar, la societat i la cultura en les característiques de la personalitat ha estat un objectiu important de molts investigadors, com ara psicòlegs, antropòlegs, educadors, psiquiatres, psicoanalistes, biògrafs i artistes i literats, entre els més destacats. Sabem que la manca d'una cura afectuosa té conseqüències en el desenvolupament de la personalitat, coneixem els efectes en el desenvolupament de la personalitat infantil de la guerra, que els efectes del grup queden reflectits en la personalitat i el caràcter de l'adult, etc., però no disposem d'un conjunt d'estudis quantitius d'aquestes relacions.

En el cas de la personalitat, els efectes ambientals en les diferències individuals de personalitat no es poden resumir i sistematitzar breument, perquè la majoria dels moltíssims estudis que s'han fet segueixen, en general, una metodologia qualitativa i no quantitativa, que és l'apropiada en el tipus de disciplina en què ens trobem. Recentment Hoffman (1991) ha revisat una part d'aquestes evidències. Potser, com hem vist, les més importants són les que fan referència als factors familiars. Revisa especialment aquest tipus d'influències i estudia els efectes de l'entorn familiar mitjançant els efectes en les diferències de personalitat entre germans. El seu enfocament, propi dels estudiosos de la psicologia del desenvolupament, es concentra a demostrar que els efectes intrafamiliars no són diferents per als membres d'una família. Hoffman revisa aspectes com ara l'efecte de l'ordre del naixement en la personalitat amb resultats negatius, l'aspecte físic, el divorci i altres influències més àmplies de factors socials.

En conclusió, a partir de l'estudi de revisió de Hoffman sobre els efectes de l'ambient familiar en la personalitat, es pot dir que no hi ha evidència dels efectes d'aquests factors en els trets de personalitat i que la majoria d'arguments que justifiquen aquestes relacions es basen més en creences que en evidències empíriques contrastades (Bouchard, 1993).

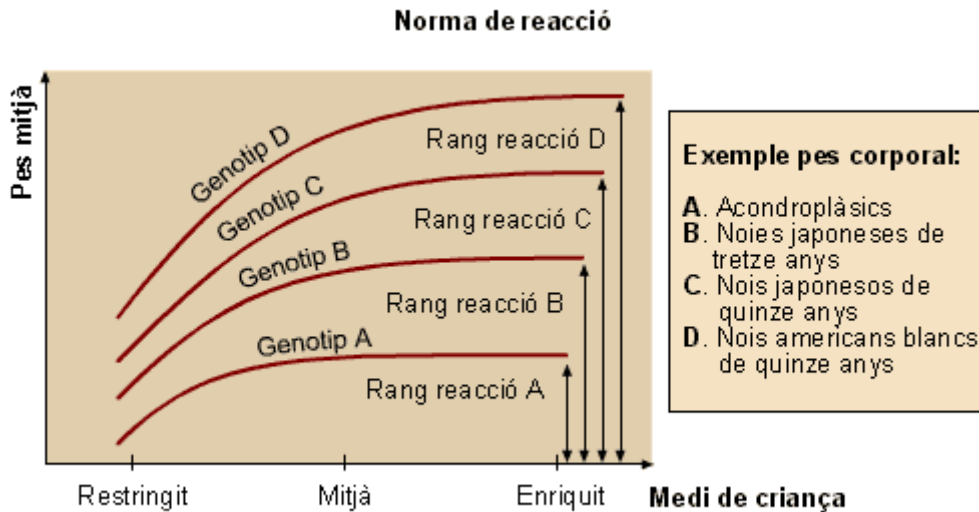
L'herència, el medi i el desenvolupament individual (o de les diferències individuals)

El 1957 un important biòleg anglès anomenat Waddington va proposar resoldre la polèmica entre el predomini dels gens o de l'ambient per mitjà d'un plantejament conceptual molt suggeridor i, en opinió nostra, capaç de superar els falsos problemes generats en una concepció errònia de la genètica i la biologia. Partia d'una idea ferma: la inseparabilitat dels factors genètics i ambientals. La simple existència d'un individu demostra la necessària estreta col·laboració entre factors genètics i ambientals. Per a descriure aquesta col·laboració Waddington va proposar una analogia que compara el procés de desenvolupament d'un individu amb el moviment d'una pilota en una superfície irregular. Imaginem una superfície irregular inclinada per la qual cau una pilota que es deixa portar per la força de la gravetat i les irregularitats del terreny. La superfície representa la influència genètica, i està constituïda per valls i turons, cadascun dels quals varia en profunditat i inclinació. La caiguda i el recorregut de la pilota representen el desenvolupament de l'individu afectat per les forces de l'ambient, entre les quals hi ha la de la gravetat, que fa que vagi en una direcció descendent. La pilota només es pot moure per la superfície dins dels límits fixats pel contorn i, per tant, en cada moment de la caiguda (moment del desenvolupament) pot agafar certs camins o determinada velocitat, segons la superfície i el moment de la caiguda. Aquesta analogia representa encertadament les relacions que mantenen l'herència i l'ambient. L'herència és la superfície, els camins marcats, l'ambient és la força de la gravetat, i el desenvolupament és el recorregut que fa realment la pilota, i és un compromís entre les forces ambientals i genètiques. Aquesta analogia introdueix un element, que al nostre entendre és fonamental per a comprendre els efectes de l'herència i l'ambient en la causalitat de les diferències individuals. Es tracta del desenvolupament.

El desenvolupament i els efectes en el temps dels factors ambientals i genètics és un conjunt necessari per a comprendre completament el fenomen que hem descrit, la relació entre ambient i gens, respecte a les diferències individuals.

■ Norma de reacció i desenvolupament individual

Per a comprendre les vertaderes relacions entre gens i trets psicològics s'ha de fer servir un concepte nou que anomenarem *norma de reacció* (i també *rang de reacció*). Aquest concepte és necessari per a comprendre l'existència de diferents fenotips que es podien originar a partir d'un mateix genotip. Aquest concepte permet de comprendre per què els trets fenotípics provenen de la interacció entre determinants genètics i efectes ambientals. Tenint en compte un genotip determinat, hi haurà un fenotip particular per a cada ambient. La norma de reacció d'un genotip és una gràfica de la correspondència entre els diferents ambients possibles i els fenotips que en resultaran. Cada genotip té la seva norma de reacció característica.



Aquest fet és molt interessant i el podem il·lustrar en el cas dels efectes genètics i ambientals sobre el quocient intel·lectual. Els estudis de la influència de l'herència i de l'ambient sobre la intel·ligència semblen haver deixat clar el següent: a) hi ha una relació lineal moderada entre el genotip patern i el dels seus fills; b) s'ha vist el poderós efecte de la depravació ambiental intensa; i c) s'ha constatat el petit efecte de l'entorn quan ens movem en el terreny de la variació normal de la intel·ligència. La representació gràfica d'aquesta conclusió ens apareix com una superfície en què l'efecte de l'herència és superior al de l'ambient quan es tracta de situacions familiars de normalitat, i decau dràsticament en arribar al nivell inferior d'efectes ambientals. En la figura anterior es representa el que hem anomenat *rang de reacció*. En el cas de la intel·ligència, els estudis genètics i ambientals arriben a una conclusió molt suggeridora. Quan s'estudia l'efecte de l'herència en la intel·ligència amb subjectes provinents de poblacions normals, que pertanyen al que podem considerar una població normal (famílies en què es cobreixen les necessitats físiques, psíquiques i socials bàsiques i en què no hi ha pobresa extrema ni cap altre factor ambiental anormal), es veu que el pes de l'herència és important i que, per tant, la variància provinent dels factors familiars (tant intrafamiliars com interfamiliars) gairebé no té importància.

Dit d'una altra manera, aquesta evidència també ens indica que l'entorn o ambient familiar normal és molt important, perquè sense aquest entorn la intel·ligència no es pot desenvolupar, independentment del seu component genètic.

Durant el desenvolupament hi ha una transacció constant entre l'organisme (genotip) i el seu entorn. El desenvolupament d'un individu sembla un procés continu, però té lloc amb acceleraments i parades constants. Els gens tenen una dimensió temporal important en la seva acció, perquè actuen en uns moments determinats i no en uns altres. El desenvolupament consisteix en un complex procés biopsicològic, en què emergeixen el caràcter, el seny, els sistemes de valors, la capacitat per a relacionar-se, un sentit de la realitat i un sentit de si mateix. Aquests trets, encara més que els de la maduració, col·laboren en la creació de patrons de conducta i de personalitat que ens configuren com a únics des del naixement fins a la mort. Si la corretja de transmissió que hi ha entre els gens i la maduració és breu i tensa, la que hi ha entre gens i desenvolupament és molt més llarga i solta, és a dir, que deixa més espai per a la influència de la cura i l'educació. L'aparició de les dents i el començament de la parla estan molt més controlats pels gens que les normes segons les quals jutjarem els altres. El contingut d'aquests judicis està influït activament per la família i la cultura en què hem crescut. No obstant això, ja podem començar a veure que les forces que fem servir per a prendre aquestes decisions —patrons de defensa física, de percepció de la realitat, de relacions— sorgeixen de fonaments que estan governats per alguna cosa més que el medi en què creixem.



El desenvolupament d'un individu té lloc en un entorn i la conducta humana es desenvolupa en un entorn cultural i social determinat, variable però amb influències directes contrastables. El paper dels factors genètics i ambientals en el desenvolupament de la conducta i de l'individu també és un tema empíricament tractable, al qual s'han aproximat nombrosos investigadors des dels anys vint.



Els efectes genètics i ambientals estan tremendament modulats pel desenvolupament i l'edat de l'individu. El cicle vital de l'ésser humà fa que es mogui en ambients clarament diferents depenent de l'edat. Així, el nen molt petit té l'ambient social clarament restringit a l'entorn familiar més directe. En períodes com la segona infantesa i fins a l'adolescència, aquest ambient es complementa amb l'escolar, i cada vegada més el subjecte pot triar i seleccionar activament els seus amics i les activitats socials. L'entorn escolar és habitualment compartit pels germans i congèneres i és, amb el familiar, un dels més importants en aquest període. En els anys de la joventut i primers anys de la vida adulta els individus deixen l'entorn familiar patern i seleccionen un treball, un entorn sociolaboral i una parella, amb la qual constituïran una nova família i un entorn ambiental diferent. En el període adult, i depenent de l'entorn social, els canvis solen ser inferiors, però també poden implicar modificacions importants de l'entorn immediat, com el canvi de residència, els canvis en la situació familiar, etc. Finalment en la vellesa es poden tornar a produir canvis destacats en l'entorn individual immediat. Com es pot deduir d'aquesta descripció de la manera en què canvien els ambients segons el moment de desenvolupament al qual fem referència, és raonable pensar que certs factors ambientals canvien poc en períodes com la primera infantesa, en què el nen té molt limitada l'activitat social selectiva i depèn en gran manera de l'entorn immediat. Aquesta situació canvia, però, fins a arribar a l'altre extrem en períodes com la joventut o l'època adulta.

Un exemple d'aquest fet el trobem en estudis longitudinals, en què si comparem grups de bessons d'edats compreses entre la primera i la segona infantesa (estudiats retrospectivament) amb grups de bessons adults (estudiats actualment), es pot veure que en el primer grup d'edat l'efecte de l'entorn familiar és més important que en el segon grup. Aquest patró de més efectes de l'entorn familiar en la infantesa i l'adolescència que en l'època adulta sembla que s'ha contrastat en una multitud de trets de comportament. L'altra cara d'aquesta evidència és que el pes dels gens, en contra del que la majoria pensa, es manifesta més en l'edat adulta que en la infantesa.



Avui podem afirmar sense cap dubte que els coneixements genètics són imprescindibles per a conèixer la variabilitat interindividual psicològica dels éssers humans.

La investigació quantitativa de la genètica de la conducta ens ha mostrat analíticament quins dels factors de l'herència són importants per a comprendre la individualitat.

El futur de la comprensió dels efectes genètics sobre la conducta està a comprendre els mecanismes bioquímics pels quals els gens actuen sobre el cervell i la conducta.

El futur repte per als psicòlegs és descobrir com els mecanismes ambientals afecten el desenvolupament de les diferències individuals en els trets psicològics.