

# Orígens de les diferències individuals

Maria Jayme Zaro

P08/10523/02282



Universitat Oberta  
de Catalunya

[www.uoc.edu](http://www.uoc.edu)



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>*

# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	7
<b>1. El debat herència-medi (<i>nature-nurture</i>)</b> .....	9
1.1. La genètica de la conducta .....	11
1.1.1. Com s'ha estudiat la relació genotip-fenotip? .....	12
1.2. Genètica de poblacions .....	13
1.3. Genètica quantitativa .....	14
1.3.1. Què és la variància fenotípica, $V(F)$ ? .....	14
1.3.2. Què és la variància genètica, $V(G)$ ? .....	14
1.3.3. Què és la variància ambiental, $V(A)$ ? .....	15
1.3.4. Model bàsic de descomposició de la variància fenotípica, $V(F)$ .....	16
1.4. Heretabilitat ( $h^2$ ) .....	18
1.5. Mètodes d'estudi de la genètica de la conducta .....	19
1.5.1. Estudis de famílies .....	20
1.5.2. Estudis de bessons .....	20
1.5.3. Estudis d'adopcions .....	22
1.6. Reflexions finals .....	24
<b>Bibliografia</b> .....	27



## Introducció

Actualment la psicologia en general es planteja la causalitat dels fenòmens psicològics des d'una perspectiva interaccionista, és a dir, com a resultat de factors genètics –biològics– i de factors socioculturals –ambientals–. L'avanç del coneixement des del segle passat fins ara, juntament amb el desenvolupament de la tecnologia i de les seves aplicacions, ens ha portat a un nivell d'anàlisi tan complex com detallat, que ens permet aïllar molts factors implícits en la causalitat del fenomen que abans no podien ser considerats per desconeixement.



Però la història de la psicologia de les diferències individuals està inevitablement marcada, des dels seus orígens, per una controvèrsia intensa, que va portar a confrontacions ideològiques entre diferents experts, articulada justament per la oposició entre biologia i cultura com a explicació de la variabilitat de la conducta: el que va conèixer-se com el debat *nature-nurture*. Una introducció a l'estat actual de la investigació sobre els orígens de les diferències individuals obliga a una referència sobre aquest debat i, potser més important, sobre les conseqüències socials que una o altra opció comportaven. La qüestió és si heretem o adquirim els trets psicològics, cosa que planteja implícitament si podem o no modificar-los en funció del seu origen i de les seves característiques. També determinar en quina quantitat heretem o adquirim pot ajudar-nos a entendre la variabilitat.



En aquest mòdul, definit el context d'oposició entre els factors biològics i els ambientals, es tracta de veure l'estat de la qüestió: de quin coneixement disposem actualment per a apropar-nos al problema de la causalitat, per a dibuixar amb el màxim detall els possibles orígens de les diferències entre els individus en els dos constructes clàssics de la disciplina: intel·ligència i personalitat. Quina és la contribució de la biologia i quina és la contribució de l'ambient? Aquesta pregunta és la clau del tema, i el punt de partida que ha tingut diferents repercussions socials al llarg de les dècades.

Les aportacions de la genètica quantitativa són decisives en l'avanç del coneixement sobre la l'origen de la variabilitat. Els mètodes aplicats, que van ser iniciats per Galton, han ajudat a fer estimacions sobre heretabilitat de la intel·ligència especialment, però també de trets de personalitat, i aporten en aquest cas dades sobre l'ambient que s'oposen al contingut d'algunes importants teories de la personalitat.

El mòdul requereix el coneixement d'uns conceptes bàsics associats a la variabilitat fenotípica, genotípica i ambiental, que són els objectes d'estudi de la genètica quantitativa i dels seus mètodes en l'aplicació que fa la psicologia de les diferències individuals per a investigar l'origen de la conducta.

## Material de suport

Al llarg d'aquest mòdul es desenvolupen conceptes que provenen de l'àmbit de la genètica i que us poden resultar difícils si no teniu unes bases teòriques en aquesta disciplina. Us aconsellem que consulteu l'assignatura XXXXX; en aquest material de suport, però, us anirem donant definicions molt bàsiques dels conceptes més rellevants, relacionats amb l'estudi de les causes de la variabilitat de la conducta, perquè pugueu sistematitzar el vostre estudi.

## Objectius

### Objectius generals

1. Conèixer el debat històric "biologia-ambient" aplicat a la conducta.
2. Saber com s'estudien els factors genètics i els factors ambientals en la variabilitat de la conducta, o la relació genotip-fenotip.
3. Aprofundir en la genètica de la conducta i en les seves aportacions a l'estudi dels orígens de la variabilitat.
4. Conèixer els principals mètodes d'estudi dels orígens de la conducta.
5. Valorar els resultats generals sobre intel·ligència i personalitat.

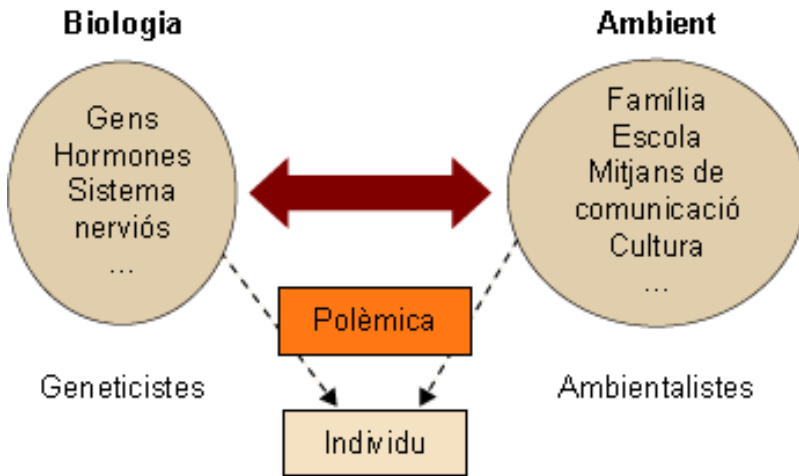
### Objectius específics

1. Valorar les dues visions, genetista i ambientalista, i les conseqüències i/o aplicacions socials que se'n poden derivar.
2. Diferenciar, dins la genètica de la conducta, la genètica de poblacions i la genètica quantitativa: com entenen i com han estudiat els orígens de la conducta.
3. Saber definir les diferents variàncies (fenotípica, genotípica i ambiental), així com els components respectius.
4. Entendre el model additiu de la variància fenotípica, amb els seus components.
5. Comprendre l'índex d'heretabilitat: de què informa i de què no informa.
6. Diferenciar entre els estudis de bessons, els estudis de famílies i els estudis d'adopcions.
7. Entendre com aïllen els components ambientals i genètics i les conclusions que es poden derivar de cada mètode.
8. Reflexionar sobre dades globals en intel·ligència, les limitacions de cada constructe per al seu estudi, així com les conclusions sobre l'efecte de l'ambient en la personalitat.

- 9.** Considerar les limitacions en els estudis sobre trets de personalitat.
- 10.** Reflexionar sobre les dades ambientals en els trets de personalitat estudiats, integrant-los en una visió global del temperament i del caràcter.



## 1. El debat herència-medi (*nature-nurture*)



Considerem aquest debat com la conseqüència pràctica dels inicis en l'estudi de la causalitat de les diferències individuals. Abans de la ciència ja s'havia discutit sobre l'origen de la conducta, de les antigues concepcions divines es va evolucionar a una visió matisada pel coneixement mèdic i, per tant, biològic. Però sempre hi van conviure representants i defensors de tots dos punts de vista, no exempts de continguts morals: l'ésser humà neix com és i no pot canviar, o és l'ambient qui el fa ser d'una determinada manera. Es parla de dues visions que atribueixen una gran importància a la cultura:

- La visió malthusiana de l'ésser humà, que l'entén com un ésser irracional i violent, un animal en un sentit bàsic, sent la cultura qui el modela per a poder conviure amb els altres.
- La visió rousseauiana referida a una conceptualització de l'ésser humà un ésser bo per naturalesa: la cultura és qui el transforma negativament, però es pot actuar sobre d'aquesta, mitjançant l'educació, per a evitar-ho.

Els inicis científics van ser clarament biològics, marcats per l'innatisme i per la investigació sobre variabilitat en la intel·ligència especialment, tot partint d'un posicionisme ideològic que considerava l'home blanc com a superior a totes les altres races, i les dones o els pobres..., amb la possibilitat de traduir-ho en polítiques desfavoridores per als menys afortunats. En l'enumeració següent, seguint Andrés (1996), alguns dels mites o falses creences que s'han derivat de la visió genètica del comportament i que responen a conceptualitzacions socials deterministes:

- **Determinisme biològic.** Els gens determinen absolutament el nostre comportament, ens programen, no tenim cap decisió més enllà del que marca la genètica.

- **Nihilisme terapèutic.** Si tot està determinat genèticament, inclosos els trastorns i les malalties, no podem curar les persones.
- **Conservadorisme sociopolític.** Les polítiques d'acció social no tenen cap sentit: educació preescolar, compensatòria, plans d'intervencions, entrenaments en habilitats socials... no modificaran res del que els gens determinen.
- **Darwinisme social.** Ocupem un lloc en l'ordre natural de l'existència, és inevitable l'*statu quo* social, hem d'acceptar les diferències entre els individus, la pobresa, la riquesa, la desigualtat...
- **Atavisme prehistòric.** El nostre genoma no ha canviat gens des que va evolucionar al plistocè, mantenim els mateixos trets irracionals, violents, que determinen el nostre futur com a espècie.

La genètica va anar guanyant força al llarg de les primeres dècades del segle XX, i va aportar dades sobre els factors biològics; amb la genètica de la conducta es va possibilitar un estudi rigorós dels efectes de l'herència i de l'ambient no només en la intel·ligència sinó en els trets psicològics en general, especialment en la personalitat. Malgrat això, el debat va continuar; les aportacions d'autors com **Jensen** o **Herrnstein**, que van difondre el seu biologicisme amb publicacions en què, amb dades, demostraven la inferioritat intel·lectual dels negres i desaconsellaven qualsevol política de compensació educativa entre els membres d'aquesta raça, per raons de determinisme (és impossible canviar el que està determinat genèticament), van propiciar un corrent ambientalista gairebé de tall polític, en oposició al racisme inherent a les investigacions esmentades i a casos tan flagrants com el de **Cyril Burt** i el seu particular frau amb les dades de les seves impactants investigacions sobre herència (repassau el mòdul 2). Actualment, però, ens beneficiem més que mai dels avenços en genètica (vegeu el **quadre 1**).

Quadre 1. Evolució del debat herència-medi en l'estudi de la variabilitat a la intel·ligència i als trets psicològics:

<b>Etapa precientífica</b>	La història recull personatges que han defensat l'ambientalisme ( <b>Rousseau, Locke...</b> ) i el biologicisme ( <b>Darwin, Spencer, Descartes...</b> ).
<b>1870-1920</b>	Domina el determinisme biològic ( <b>Galton, McDougall, Terman, Watson...</b> ). Poc coneixement encara. Objecte: intel·ligència. Especialment, diferències intel·lectuals entre races i la deficiència mental. Problema: ideologies discriminatòries, postures eugenèsiques...
<b>1920-1960</b>	Desenvolupament de la genètica i aplicació a les ciències biològiques i a la psicologia. Objecte: intel·ligència –genètica de la conducta–. Aportacions: es separen els efectes de l'ambient i de l'herència. Es calcula l'índex d'heretabilitat.

<b>1960-1980</b>	<p>Predomini ambientalista, per oposició al biologisme de <b>Jensen</b> (1969) i <b>Herrnstein</b> (1971), que consideren inútils els programes d'educació compensatòria aplicats a individus de raça negra, i el frau científic de Burt (repasseu el mòdul 2).</p> <p>La genètica de la conducta desenvolupa programes per a determinar l'heretabilitat dels trets psicològics, però no tenen impacte públic (fins i tot es rebutgen les dades: sembla que hi haver una pressió política sobre l'ambientalisme...).</p> <p>Continua la controvèrsia herència-medi, representada pels debats entre <b>H. J. Eysenck</b> i <b>L. Kamin</b> (1983).</p>
<b>1980-...</b>	<p>Augmenten els estudis sobre adopcions, bessons, famílies... que defineixen estimacions quantitatives de l'heretabilitat de les capacitats cognitives, Dels trets de personalitat i d'altres (malalties mentals, etc.).</p> <p>El projecte Genoma Humà (de 1990 en endavant) comença a aclarir el paper dels gens en l'explicació dels trets psicològics, amb l'objectiu d'identificar tots els gens inclosos als 23 parells de cromosomes de l'ésser humà.</p>

Una darrera qüestió referent al debat: totes dues perspectives analitzen el mateix fenomen, però difereixen pels seus nivells d'anàlisi de la causalitat. Quan busquem les causes d'un fet, ens podem situar dins un continu que oscil·la entre els factors explicatius més allunyats del fet present que estudiem (perspectiva d'anàlisi distal) fins als factors més propers al fet (perspectiva d'anàlisi proximal). El debat, per tant, s'articula segons on situem les causes del fenomen. La perspectiva biològica entra dins d'una explicació distal, els gens; la perspectiva ambientalista en una explicació proximal, referida a les influències de l'entorn immediat i de tots els factors que porta implícits. Aquesta diferència en el nivell d'anàlisi és la que més dificulta la possibilitat d'integració quan les posicions són molt definides.

### 1.1. La genètica de la conducta

Quines són les causes últimes de la nostra conducta, els gens o l'ambient on ens criem?

La genètica de la conducta és la disciplina que ha aplicat la psicologia diferencial per a donar resposta en aquesta qüestió. Per què? Perquè justament estudia la variabilitat de la conducta i les característiques psicològiques (fenotípiques). Com? Constatant la influència que l'estructura genètica de l'organisme exerceix en la determinació dels seus trets psicològics.

La psicologia diferencial aporta les tècniques de mesura i d'observació de la variabilitat del comportament i la genètica de la conducta, l'explicació dels factors causals de la variabilitat –genètics i ambientals– i estratègies d'estudi per a trobar les lleis que regulen la variabilitat.

Andrés, 1997

**Premissa:** entendre que els fenòmens –els trets– psicològics tenen un component biològic que els determina, és a dir, estan codificats en termes genètics: hi ha una relació de causalitat entre genotip (dotació genètica de l'individu) i fenotip (expressió del genotip en un determinat ambient).

## Reflexió

Potser cal matisar-ho abans de continuar: afirmar aquesta relació no suposa entendre la genètica com a causa única del fenotip. Al llarg d'aquest tema anireu integrant la importància de l'altre factor causal, l'ambient, i també veureu el tipus d'interacció que estableixen tots dos factors. La posició que defensa la genètica com a causa única de la variabilitat de la conducta es coneix com a *determinisme genètic*; el contrari, d'atribuir les causes exclusivament als efectes de l'ambient, se'n diu *determinisme ambiental*. En qual-sevol cas el raonament és reduccionista: redueix les causes a un dels dos factors i els seus mecanismes.

La genètica de la conducta segueix el model bàsic de la genètica, que defineix el fenotip com a resultat de la interacció entre gens i ambient, segons la fórmula  $F = G \times A$ . Malgrat això, cal destacar que la genètica de la conducta és multidisciplinària –agrupa genetistes, psicòlegs, biòlegs, estadístics...–, va més enllà de la genètica: el seu plantejament es guia per la identificació dels factors que influeixen en el comportament humà, tant biològics com ambientals. Per això ha desenvolupat diferents mètodes d'anàlisi per a descompondre la variabilitat del comportament en els factors causals.

### 1.1.1. Com s'ha estudiat la relació genotip-fenotip?

Inicialment, des d'una perspectiva monogenètica que, amb l'avenç del coneixement, ha estat progressivament substituïda per una perspectiva o model poligenètic. En tots dos tipus de models s'ha definit la relació entre genotip i fenotip en termes d'herència:

**a) Models monogenètics:** cada tret fenotípic depèn d'un gen específic. Aproximació d'estudi: genètica de poblacions.

- Herència monogenètica: per cada tret hi ha un gen determinat. Estudiada per la genètica de poblacions. Definida per Mendel, en l'àmbit de la variabilitat de la conducta difícilment es compleix aquesta relació.

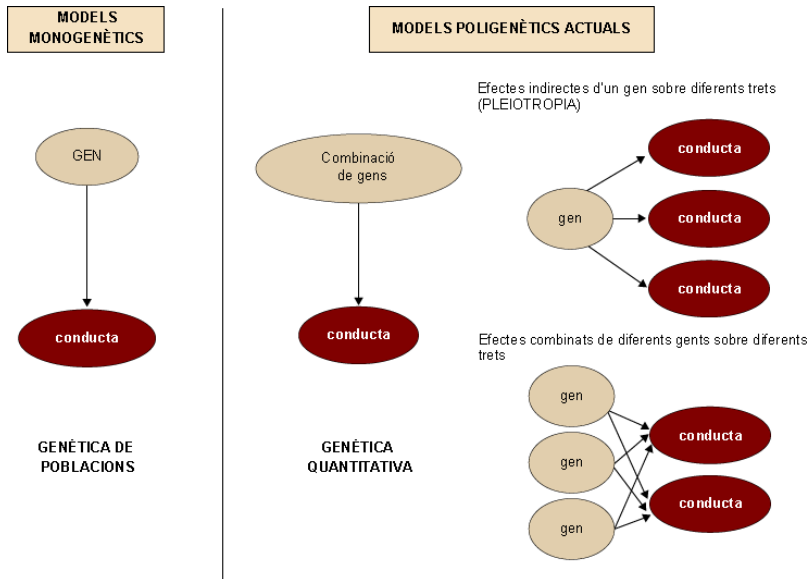
**b) Models poligenètics:** cada tret fenotípic és resultat de l'acció combinada de diferents gens. Aproximació d'estudi: genètica quantitativa. Es refereixen, doncs, a l'herència poligenètica, estudiada per la genètica quantitativa, tot considerant:

- Efectes indirectes: un sol gen exerceix múltiples efectes indirectes sobre diferents trets (herència pleotròpica).
- Efectes combinats: diferents gens exerceixen efectes combinats sobre diferents trets.

## Observació

A més, no s'ha d'oblidar que l'acció dels gens no és exactament directa: s'expressa mitjançant els sistemes fisiològics de l'organisme (processos metabòlics i fisiològics), és una acció intervinguda per altres elements implícits en el funcionament neurofisiològic (la branca de la genètica de la conducta coneguda com a Anàlisi Genètic de la Conducta estudia justament l'acció dels gens en el comportament).

A la figura següent es representen aquests dos models conceptuals de les relacions entre trets psicològics –conducta– i gens, així com les disciplines de la genètica que els representen. Els models poligenètics responen al coneixement actual.



Models d'estudi de la relació entre gens i conducta

## 1.2. Genètica de poblacions

La genètica de poblacions va aplicar-se durant els anys trenta a l'estudi de la variabilitat en la intel·ligència, considerant que les capacitats mentals són trets hereditaris discrets, determinats per un gen específic.

Tenia per objecte:

- **Nivell descriptiu:** la freqüència dels al·lels –localització espacial d'un gen en un cromosoma– i dels gens en una població, així com la seva estructura genètica (la combinació de gens o al·lels i les seves freqüències).
- **Nivell explicatiu:** factors que determinen el conjunt genètic i l'estructura de variabilitat de la població (quins factors han determinat la variabilitat).

**Premissa:** la variabilitat entre els individus tendeix a mantenir-se estable al llarg de generacions en poblacions (en condicions de reproducció a l'atzar, encara que també ho afavoreix l'endogàmia o l'apariament direccional, que fa referència al fet que dues persones que comparteixen un mateix tret afectat per l'herència augmenten la probabilitat que els descendents heretin gens molt similars–); el model monogenètic permet assegurar que la variabilitat fenotípica es relacioni directament amb la variabilitat genotípica.

**Aplicacions:** mètodes d'estudi de famílies, bessons, etc., bàsics en l'estudi de la variabilitat del comportament.

### 1.3. Genètica quantitativa

Estudia la variància d'una població –no genotips particulars–, centrant-se en trets fenotípics amb distribució contínua i mecanismes d'herència poligenètica. Considera tant factors genètics com ambientals:

- Les diferències genètiques entre individus es reflecteixen en diferències fenotípiques.
- Les diferències ambientals entre individus poden produir diferències fenotípiques.
- Si les diferències genètiques són importants en un tret fenotípic determinat, trobarem similituds en el tret entre familiars consanguinis, en funció de la similitud genètica que tinguin (màxima, 100%, en bessons homozigòtics, menor a mesura que disminueix el grau de parentesc –50% pares-fills, 50% bessons dizigòtics, 25% avis-nets, 12,5% cosins...–, 0% si no hi ha relació familiar).
- Si els factors de l'ambient compartit influeixen en un tret determinat, les similituds fenotípiques en el tret són resultat de l'acció dels factors ambientals compartits per les famílies.

A continuació es descriuen conceptes bàsics de la genètica quantitativa: variància fenotípica, genotípica i ambiental, amb els seus respectius components, el model lineal de descomposició de la variància fenotípica i l'índex d'heretabilitat.

#### Locus i mapa

Recordeu, *locus* (plural, *loci*) és una posició fixa sobre un cromosoma (la d'un gen, la d'un marcador genètic o biomarcador...). El mapa genètic és el llistat ordenat de loci per a un genoma determinat. En els éssers humans (diploides) els gens tenen dues formes alternatives, cada una procedent d'un progenitor, i que són diferents entre si per la seva seqüència –és possible que portin informacions diferents per la funció del gen al qual pertanyen–. Són els al·lels, i s'ubiquen en el mateix locus cromosòmic.

#### 1.3.1. Què és la variància fenotípica, $V(F)$ ?

Per a l'enfocament diferencialista, estem parlant de variabilitat d'un tret o conducta observada en una població. La podem representar per la distribució de les seves mesures psicològiques (per exemple, si estudiem intel·ligència, disposem de la distribució de puntuacions en una mostra a la qual hem administrat un determinat test psicomètric, segons QI).

#### 1.3.2. Què és la variància genètica, $V(G)$ ?

La proporció de la variància fenotípica efecte dels gens. Representa l'acció dels al·lels en l'herència poligenètica, amb tres possibles efectes:

#### Genètica quantitativa

La genètica quantitativa dona resposta a moltes qüestions. Malgrat que va més enllà dels objectius d'aquest tema, tingueu en compte que, a banda de permetre investigar els efectes genètics i ambientals sobre un tret, tracta d'establir quin són els gens o loci que influeixen sobre el tret en estudi, com es distribueixen els loci pel genoma o quin efecte tenen els loci i com interactuen entre si.

- **Additiu:** variabilitat produïda per l'acció diferenciada de gens en un o diversos loci, amb independència dels al·lels amb què s'aparellen els gens per atzar: els efectes de tots els al·lels que afecten un tret.
- **Per dominància:** els al·lels d'un mateix locus interactuen i provoquen una desviació de l'efecte genètic additiu.
- **Epístasi:** la interacció interloci dels al·lels provoca una desviació de l'efecte genètic additiu.

La variància genètica serà el resultat de la suma de cada un d'aquests tres components de variància més elementals:

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

### 1.3.3. Què és la variància ambiental, V(A)?

Descriu la proporció de variància fenotípica que pot atribuir-se als factors de l'entorn, segons dos tipus d'efectes:

- **Compartits:** ambient que compartim a la família –variabilitat interfamiliar–.
- **Específics** o no compartits: propis de cada membre de la família –des de l'ordre de naixement fins al seu ambient específic, per amistats, escola, activitats...–, variabilitat intrafamiliar.

La variància ambiental serà el resultat de la suma d'aquests dos components de variància més elementals:

$$V(A) = V(Ac) + V(Ae)$$

A la figura següent es representa els components respectius de les variàncies genètiques i ambientals:



#### Model bàsic de descomposició de la variància fenotípica

$$V(F) = V(G) + V(A) + 2Cov(G)(A) + V(G \times A) + V(e)$$

#### 1.3.4. Model bàsic de descomposició de la variància fenotípica, V(F)

La variància fenotípica V(F) pot descompondre's en uns components:

- la suma dels efectes produïts per les dues fonts: genètica, V(G), i ambiental, V(A),
- més l'efecte de la covariació entre totes dues fonts, Cov(G)(A),
- més l'efecte de la interacció entre totes dues fonts, V(GxA),
- més l'efecte de la variància de l'error, V(e), que és la constant que s'ha de considerar

descrivint una fórmula matemàtica:

$$V(F) = V(G) + V(A) + 2Cov(G)(A) + V(G \times A) + V(e)$$

Considerant que els diferents efectes poden descompondre's en efectes més bàsics que hem descrit abans:

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

$$V(A) = V(Ac) + V(Ae)$$



- **Covariació gens-ambient**,  $2Cov(G)(A)$  descriu la correlació entre ambient i genotip en la població, referint els efectes de l'exposició diferencial dels individus als ambients. **Robert Plomin** (1994), un expert en genètica de la conducta que ha dirigit diferents estudis amb bessons, descriu tres tipus de correlació:



Robert Plomin

1) **Passiva**: es dona una relació positiva entre les característiques genètiques i l'ambient. L'exemple més comú, i senzill, és el d'un nen intel·ligent que es desenvolupa en un ambient ple d'estimulació intel·lectual aportat pels seus progenitors. El tret d'intel·ligència, com a disposició, es troba amb un ambient que li facilita l'expressió, per tant és una correlació passiva. De fet, és el més habitual: els progenitors transmeten material genètic i aporten ambients que n'afavoreixen l'expressió.

2) **Activa**: en aquest cas, és el mateix individu qui, d'acord amb les seves característiques genètiques, escull l'ambient més idoni perquè aquestes puguin expressar-se. Cas contrari a l'anterior: un nen intel·ligent que es desenvolupa en un ambient poc estimulants; pot activament escollir activitats –entorns– que afavoreixin la seva intel·ligència –anar a biblioteques, llegir molt, assistir a conferències...–, compensant l'ambient inicial.

3) **Evocativa**: les característiques genètiques del nen s'expressen en un ambient i constitueixen estímuls que evocuen respostes per part de l'ambient. Un nen alegre i sociable –trets de personalitat– sol rebre més atenció de les persones que l'envolten –i més estimulació– que un nen trist i retret, que evoca respostes molt probablement d'evitació. Alguns models d'educació tradicional, que apel·laven a forjar el temperament, eren resultat d'aquesta relació: si es valorava com a positiu ser respectuós, un nen agressiu, amb mal geni, despertava rebuig i l'educació es centrava a "controlar" aquest tret: l'ambient evocava una resposta negativa i actuava sobre el tret.

- **Interacció gens x ambient**,  $V(GxA)$ : descriu si hi ha una relació entre tots dos components que pot exercir un efecte específic. Exemple clàssic: les persones amb retard mental d'origen genètic poden incrementar el seu QI prenent àcid glutàmic (factor ambiental). Però l'àcid glutàmic no produeix el mateix efecte –augment del QI– en persones sense dèficit intel·lectual d'origen genotípic. El factor ambiental –àcid glutàmic– en interacció amb el genètic té un efecte específic que es tradueix en diferents fenotips.
- **Variància de l'error**,  $V(e)$ : error que es produeix en estimar el tret que constitueix el fenotip en estudi; s'estima que es situa entre el 15-25% de la variància total fenotípica. Habitualment s'atribueix a la variància ambiental, amb la qual cosa s'augmenta la importància d'aquesta davant de la variància genètica.

## 1.4. Heretabilitat ( $h^2$ )

És l'índex o paràmetre estadístic que estima la proporció de la variació fenotípica,  $V(F)$ , en una població atribuïble a la variació genètica,  $V(G)$ , entre individus.

Varia entre 0 i 1, de l'absència de pes hereditari en el caràcter fenotípic a l'absoluta heretabilitat d'aquest (sense aportació ambiental en aquest cas).

- Heretabilitat àmplia: es refereix a la variància genètica global (additiva-dominància-epístasi).

$$h^2 \text{ àmplia} = V(G) / V(F)$$

- Heretabilitat estricta: es refereix a la variància genètica additiva

$$h^2 \text{ estricta} = V(G_a) / V(F)$$

Depèn de la població on s'obté (estudis de bessons, famílies...), però hi ha taules de significació que faciliten la comparació dels índex obtinguts en diferents estudis.

### Exemple hipotètic

En un estudi sobre l'alcoholisme a Catalunya s'estima una heretabilitat del 25% ( $h^2=0.25$ ).

Què significa el valor? Que el 25% del alcoholisme es pot explicar en termes genètics i el 75% restant en termes ambientals? Que el 25% dels descendents d'un alcoholista seran alcoholistes? Que el fill d'un alcoholista té un 25% de probabilitats de ser alcoholista? Que l'alcoholisme d'un individu es degut en un 25% a la genètica? Que la població té un 25% de probabilitat de ser alcoholista...?

Cap d'aquestes reflexions és certa. Hi ha tres errors comuns en la interpretació de l'índex que fins i tot trobareu en algunes notícies que recullen investigacions científiques:

- No es refereix a individus concrets sinó a poblacions –a grups de persones que formen part de la mostra utilitzada en l'estudi–. No es pot utilitzar per a explicar la contribució genètica i ambiental en un tret d'un individu. Com veieu a la seva fórmula de càlcul, inclou la variància fenotípica i aquesta depèn de les diferències interindividuais.
- A més de referir-se a poblacions, depèn de la població concreta en la qual s'ha estimat, i això suposa un conjunt d'individus amb diversitat genètica que comparteixen un ambient concret. Si fem un estudi a Barcelona, no sabem què passa, en les mateixes condicions, a Madrid o a Hèlsinki: els

ambients varien, els seus continguts poden ser força diferents. Per tant, els canvis en l'ambient poden modificar l'heretabilitat.

- L'heretabilitat no informa de la magnitud absoluta d'una característica sinó de les diferències en la característica. Com estimar el percentatge genètic d'un tret en una població en termes absoluts, és a dir, anul·lant els efectes ambientals per tenir a una mesura completa? És impossible. Però sí que podem estimar el percentatge en la variabilitat constatada en un tret –diferències individuals– mitjançant l'heretabilitat: si els individus de l'estudi fossin genèticament iguals, obtindríem  $h^2 = 0$ , no hi hauria variància genètica. Si compartissin exactament el mateix ambient,  $h^2 = 1$ . És a dir, ens informa si les diferències genètiques causen part de les diferències interindividuals observades en un tret determinat.

## 1.5. Mètodes d'estudi de la genètica de la conducta

### Mètodes aplicats a animals

- Criança selectiva –especialment gossos, per a identificar trets determinats genèticament–.
- Estudis de soques –soques de criança endogàmiques mitjançant creuaments reproductius entre germans i germanes al llarg de generacions per assegurar animals amb gairebé els mateixos genotips. Les diferències observades entre els individus de la mateixa soca en trets determinats genèticament estaran causades per factors ambientals, mentre que les observades entre diferents soques han de ser marcades.

### Dissenys d'investigació amb humans

Es formen grups d'individus relacionats genèticament o ambientalment, amb diferent intensitat. Se'n mesuren les conductes i mitjançant procediments estadístics s'estimen quantitativament les influències dels factors genètics, dels factors ambientals i la interacció entre tots dos. Els tres mètodes més aplicats, dissenyats per Francis Galton, són els següents:

- a) estudis de famílies,
- b) estudis de bessons i
- c) estudis d'adopcions.

En els següents subapartats es sistematitzen les respectives característiques principals.

### 1.5.1. Estudis de famílies

Es mesuren els trets psicològics entre diferents membres de la família, considerant la comunalitat genètica i ambiental; i es correlacionen.

Comparacions segons relacions de consanguinitat de primer ordre (progenitors-fills, germans...), que comparteixen el 50% de la dotació genètica individual.

Les genealogies serveixen per a presentar visualment les diferents relacions entre els membres d'una família, a partir dels progenitors o ascendents d'un individu.

### 1.5.2. Estudis de bessons

**Bessons homozigòtics:** comparteixen el 100% del genoma i el mateix sexe. Amb ells es pot estudiar la contribució de l'ambient als trets psicològics.

**Bessons dizigòtics o fraterns:** comparteixen el 50% del genoma.

Criats per separat: si es troben similituds en trets psicològics, s'estima que es deu a la comunalitat genètica.

Criats junts, les similituds obeeiran a la interacció gens x ambient comú.

#### Condicions prèvies

- Comprovar zigositat (anàlisi cromosòmic): idèntics o diferents.
- Compartir ambients idèntics per viure junts (difícil per influències de l'ambient específic).

#### Mètode

Es mesuren els trets psicològics en els parells de bessons, es calculen les respectives correlacions i es comparen aquestes entre els bessons monozigòtics i els bessons dizigòtics. Si el factor hereditari és important, els homozigòtics s'assemblaran més en el tret en estudi. També s'inclou la variable de criança: junts o per separat (situació poc comuna, però; viure separat indica ambients poc comuns que donen pes als factors genètics en cas de semblança als trets mesurats).

En considerar que la influència de l'ambient compartit va disminuint al llarg del temps, els bessons fan una evolució pròpia al llarg del temps, cosa que augmenta les diferències entre ells. Malgrat que s'accepta que la identitat genètica fa que es busquin-seleccionin-creïn ambients en consonància amb aquesta (Plomin, 1999). Això és especialment vàlid per als bessons homozigòtics, que



La família segons Botero



Bessons

en evocar respostes molt similars en l'ambient a causa de les seves semblances físiques, homogeneïzen d'aquesta manera l'entorn (anar vestits iguals, ser tractats iguals...).

### Estudis rellevants

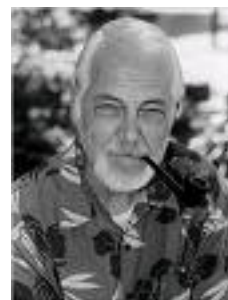
Llegiu amb detall la descripció d'aquests estudis, que trobareu a la bibliografia del mòdul:

1) *Minnesota Study of Twins Reared Apart* –MISTRA– (1979). En curs.

**Autors:** D. T. Lickken i, actualment, T. J. Bouchard.

**Mostra:** bessons adults criats per separat, de diferents països.

**Mètode:** van recollir dades antropomètriques, fisiològiques –EEG...–, psicològiques –QI segons el WAIS, total, verbal i manipulatiu–, de personalitat –MPQ i CPI–, d'interessos i d'actituds (religiositat).



D. T. Lickken

### Resultats:

- a)  $h^2$  del QI explica el 70-76% de la variància segons les escales de Weschler, i el 65% de la variància segons una mesura de raonament verbal.
- b) Les pràctiques de criança i educatives no determinen les semblances de personalitat.
- c) Les semblances entre aquests bessons criats per separat són degudes a la identitat genètica, però, recordeu, considerant que la semblança fa que tinguin experiències ambientals similars, aquest aspecte pot afectar els resultats

2) *The Swedish Adoption/Twin Study of Aging* (SATSA) 1984, 1987, 1990, 1993

**Autora:** Nancy Pedersen (investigadora principal).

**Objetius:** estudiar els orígens de la variabilitat en envelliment, perspectiva longitudinal.

**Mètode:** es va enviar un qüestionari (sobre salut: estatus, entorn laboral, consum d'alcohol i tabac, dieta.; i sobre personalitat, amb l'EPI) a tots els bessons registrats a Suècia (gairebé 13.000 parelles, 4.987 homozigòtics i 7.790 dizigòtics), i que havien estat separats a edats molt tempranes, sent criats apart. Junts. 1987: a més de l'exploració de salut van incloure una bateria cognitiva.

**Grup de control:** Mostra homogènia de bessons criats junts (mateix sexe, edat...)



Nancy Pedersen

### Resultats:

$h^2$  de la intel·ligència, 0,77 entre els més intel·ligents i 0,73 entre els menys intel·ligents.

**Dades de personalitat:** els bessons homozigòtics van correlacionar 0,51 i els dizigòtics, 0,21; per a Neuroticisme, les correlacions van ser de 0,50 i 0,35 respectivament.

### 3) Estudi longitudinal, Gran Bretanya, 2003

**Autors:** Spinath, Ronald, Harlaar, Price i Plomin.

**Mostra:** set mil parells de bessons.

**Resultats:**

- a)  $h^2$  del QI als 2-3-4 anys és de 0,22 i per als mateixos bessons als 7 anys, de 0,57.
- b) La influència de l'ambient compartit va declinar de 0,75 a 0,31, des de l'adolescència fins a l'edat adulta.

### 1.5.3. Estudis d'adopcions

Inclouen individus relacionats entre si per compartir l'ambient (adoptats) i alhora individus que comparteixen ambient i genètica (familiars). Trobar similituds entre individus adoptats i familiars consanguinis permet estimar l'impacte ambiental.

**Mètode:** estudiar correlacions entre fills adoptats i progenitors o germans biològics. Les correlacions pares-fills biològics han de superar les de pares-fills adoptats.

#### Estudis rellevants

##### 1) *Colorado Adoption Project, CAP* (1985, 1990, 1995, 1997)

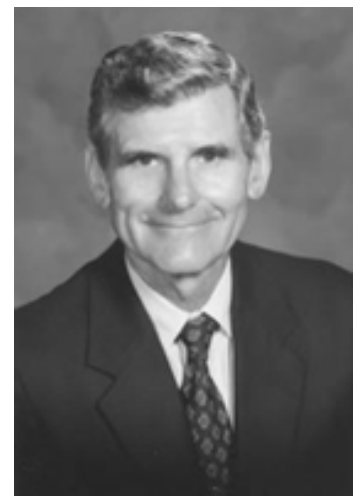
**Autors:** R. Plomin i J. C. DeFries

**Objecte:** avaluació de la influència genètica sobre les aptituds mentals primàries

**Mètode:** estudi longitudinal al llarg de cinc anys. Es va avaluar intel·ligència general i capacitats específiques (WISC-R i el test de QI de Stanford-Binet). En 245 nadons adoptats i 245 nadons "control", inclosos en diferent mesura, mares biològiques, mares adoptives, pares biològics, pares adoptius, germans adoptius i fills biològics dels progenitors adoptius.

#### Observació

Per a participar en l'estudi, els nens adoptats han hagut de ser separats dels progenitors biològics en néixer o molt pocs dies després (control de l'efecte ambiental).



J. C. DeFries

**Dades molt variades:** trets biològics dels progenitors que van donar els nens en adopció, dels nens adoptats, dels progenitors que adopten i dels seus familiars consanguinis; observació precoç dels nens a casa seva, registre de dades de personalitat –heteroavaluació–, registre per vídeo de les interaccions amb les mares adoptants en situacions controlades, etc.

### Resultats generals dels diferents estudis:

- Durant la infància els factors genètics influeixen diferencialment sobre les puntuacions d'intel·ligència: la influència genètica és major al QI general (50%), seguida per les capacitats específiques –espacial, verbal, memòria o velocitat de processament, amb un 47%– i disminueix a mesura que augmenta la influència de l'ambient específic -35% en rendiment escolar–.
- L'ambient específic influeix acumulativament sobre la capacitat general. Però l'ambient compartit no és significatiu: a mesura que hom madura, disminueixen les correlacions amb l'ambient compartit.
- Hi ha correlació significativa entre el QI de les mares biològiques i els fills que han estat adoptats; en general augmenta l'heretabilitat cognitiva al llarg del temps. Però no passa amb els progenitors adoptius, s'anul·la a l'adolescència (1997, 2002). Vegeu les dades següents de les correlacions entre QI:
  - Progenitors adoptius-fill adoptat: 0,03
  - Progenitors biològics-fill natural: 0,31
  - Mares biològiques-fills natural: 0,38

Veieu la influència genètica en les dades de correlació...?

## 2) Estudi de Bessons de Lousville (1983)

**Autor:** R. Wilson

**Objecte:** estudi longitudinal sobre la intel·ligència

**Mètode:** 494 parells de bessons i els seus familiars consanguinis. Als bessons se'ls va anar avaluant la intel·ligència amb diferents tests adaptats a la seva edat.

### Resultats:

- La variabilitat de la intel·ligència s'estabilitza amb l'edat escolar, amb diferències pròpies de cada individu (major rapidesa de l'evolució...).
- Els bessons homozigòtics progressivament coincideixen en la seva intel·ligència, però els dizigòtics es van diferenciant amb el temps

- Per a l'autor, el desenvolupament de la intel·ligència respon a un "pla genètic" però la família té una capacitat predictiva important.

## 1.6. Reflexions finals

L'estudi de les influències biològiques i ambientals sobre intel·ligència i personalitat és molt antic, i ha portat a posicions enfrontades des d'una conceptualització igualment determinista: tot és als gens, immodificable, o tot és resultat de la cultura –l'educació, la família...–. Les lectures sociològiques –i, per tant, les actuacions polítiques consegüents– han estat el més rellevant d'aquest antic debat, que ha portat a la defensa de concepcions racistes o sexistes de la intel·ligència traduïdes en desigualtats socials –en educació, en oportunitats, en accés als recursos, als drets, etc.–, validades durant diferents moments de la història.

Actualment s'entén que els trets psicològics són resultat de la influència dels dos grans factors causals: biologia i ambient. La genètica de la conducta ha facilitat a la psicologia de les diferències individuals la possibilitat d'estudiar aquests factors mitjançant la definició de les respectives variabilitats i fórmules de càlcul, i aportant mètodes d'estudi que permeten separar, amb les limitacions que això comporta tant metodològiques com conceptuals, la variància genotípica de la variància ambiental.

**Intel·ligència:** molts són els estudis sobre aquest constructe, que es beneficia de la gran estabilitat de les diferents mesures. Així, en conjunt es destaca la importància del component genètic. Les dades d'heretabilitat oscil·len entre 0,30 i 0,70, considerant que el factor d'error recull un 20% de la variància i que els mètodes d'estudi descrits impliquen certs biaixos inevitables –referits a l'ambient compartit, etc.–. A més, els efectes genètics s'accentuen amb l'edat.

### L'efecte Flynn

S'ha constatat que les puntuacions globals d'intel·ligència han anat augmentant al llarg del segle XX. El 1999 **James R. Flynn** va senyalar que les puntuacions de QI anaven incrementant progressivament, 3 punts per dècada, a tot el món. Per què? Es va relacionar amb factors ambientals:

- Millores en la nutrició –**Lynn** (1990) destaca que l'aportació de vitamines i de minerals a la dieta comporta una millora neurològica, relacionada amb el funcionament cerebral de la intel·ligència, el consum de glucosa, etc., dada que també pot explicar determinades diferències interracials–.
- Reducció del nombre de membres de les famílies.
- Millor educació i possibilitats d'accés a l'educació (des dels mateixos progenitors).
- Ambients més complexos –amb més estimulació cognitiva, que inclou televisió però també l'entorn informàtic, Internet, etc.–.



L'efecte Flynn



- Heterosi: **Mingroni** (2004) va proposar que la millora intel·lectual és resultat de la barreja entre races, que anomena "vigor híbrid", el qual aporta superioritat als fills sobre els progenitors.

Tot i que els estudis són contradictoris –alguns confirmen l'efecte i altres no–, en conjunt s'atribueix a la intel·ligència fluïda o factor g, no a la cristal·litzada o relativa als continguts de tipus culturals.

**Personalitat:** els estudis sobre personalitat estan limitats per dues qüestions:

a) Al contrari que amb les mesures d'intel·ligència, molts dels trets de personalitat presenten poca estabilitat i això en dificulta la quantificació i l'anàlisi estadística.

b) No hi ha un únic model de l'estructura de personalitat, per tant, no hi ha acord sobre quants trets la descriuen ni com mesurar-los; de fet, els diferents tests poden no mesurar exactament el mateix.

Els diferents estudis (per exemple els de **Loehlin** i **McNichols**, 1976; **Pedersen** amb el **SATSA**, **Floderus et al.**, 1980) suggereixen que la variància genètica explica prop d'un 50% de la variància dels trets, tot i que cal ajustar les dades segons un model matemàtic més adequat. Les dades són especialment clares per a la dimensió d'Extraversió.

Els efectes de l'ambient compartit no són gens significatius en la variabilitat de la personalitat (al contrari del que moltes teories de la personalitat defensen, atribuint a la família el pes del desenvolupament de la personalitat...). Els efectes de l'ambient específic semblen determinar la variància total ambiental,  $V(A)$ .

L'efecte de la interacció gens x ambient (**Scarr** i **McCartney**, 1983): els factors genètics i ambientals "cooperen" al llarg del desenvolupament, dirigits pel component genètic, de manera que els ambients específics són molt importants en el desenvolupament de la personalitat. Per exemple, el tracte diferencial que donen els progenitors als seus fills i filles, l'ordre de naixement, el sexe, l'educació diferencial, les amistats o parelles significatives, etc., estarien mediatos per les disposicions genètiques dels nens, en induir aquestes uns determinats ambients que establirien una interacció amb la disposició inicial (en el nen agressiu que indueix en els seus progenitors respostes agressives de control, per exemple, hi interactuen tots dos factors: disposició temperamental i ambient).

Cal tenir en compte els efectes de l'edat i del sexe, que podrien variar les dades.

### Activitat. *Gattaca*

Com a punt de reflexió i debat, us aconsellem la pel·lícula *Gattaca*, dirigida per **Andrew Niccol** i protagonitzada per Ethan Hawke, Uma Thurman i Jude Law. Resulta molt interessant pel plantejament de la història, que reprèn la idea de **Huxley** a *Un món feliç*:



Sandra Scarr

estem determinats des que naixem? És el destí als gens...? La pel·lícula descriu una societat en la qual s'ha desenvolupat la tècnica necessària per a poder exercir una selecció genètica extrema. Tot individu és sotmès en néixer a proves sanguínies que determinen com serà, basant-se en percentatges –coneixent els marcadors genètics–. Però la manipulació genètica assegura individus sans, sense tares de cap mena ni malalties, els "vàlids", i alhora suposa una política discriminatòria que determina qui és vàlid o no per a accedir a determinades feines o exercir determinades funcions. La història que narra la pel·lícula planteja que el coneixement genètic de l'individu no assegura, necessàriament, allò que els gens determinen.

## Bibliografia

### Bibliografia bàsica

Carballeira Abella, M. (2004). Herencia-ambiente: orígenes de las diferencias individuales. A P. Matud *et al.*, *Psicología diferencial* (cap. 1). Madrid: Biblioteca Nueva.

### Bibliografia complementària

Andrés Pueyo, A. (1997). La herencia y el medio en la determinación de las diferencias individuales. A *Manual de psicología diferencial* (cap. 11). Madrid: McGraw-Hill.

Eysenck, H. J. (1991). *La confrontación sobre la inteligencia: ¿herencia-ambiente?*. Madrid: Pirámide.

Lewontin, R., Rose, S., i Kamin, L. (2003). *No está en los genes. Racismo, ideología y genética*. Barcelona: Ed. Crítica.

Pinker, S. (2003). *La tabla rasa: la negociación moderna de la naturaleza humana*. Barcelona: Paidós.

Plomin, R., Defries, J. C., i McClean, G. E. (2002). *Genética de la conducta*. Barcelona: Ariel.

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

Yela, M. (1996). Ambiente, herencia y conducta. *Psicothema*, 8, 187-228.

