

DUES VIDES EN UN MATEIX INSTANT



1. ABSTRACT

El propòsit d'aquesta investigació és observar i estudiar els bessons univitel·lins per tal d'esbrinar si el fenotip, aspecte extern que presenta un individu, ve únicament determinat pel genotip, constitució hereditària d'un individu, o bé per algun altre factor, com ara el factor ambiental. Tanmateix s'observa el grau d'implicació que té cada factor en formar-se el fenotip de l'individu.

Per tal de realitzar aquest estudi he dividit el treball principalment, en dues parts. La primera consta d'una part teòrica, en la qual s'expliquen els factor possibles que intervenen en la formació del fenotip, així com un estudi sobre els bessons univitel·lins, explicant els diferents tipus d'embaràs i temes relacionats amb el fenotip. La segona part és experimental, on s'observa els resultats de les proves biomètriques realitzades als bessons univitel·lins i les enquestes fetes de cada bessó.

2. INTRODUCCIÓ

Fa uns anys em vaig començar a plantejar el tema de en què podria tractar el meu treball de recerca, però tampoc mai li vaig donar massa importància. No obstant, estava segura de que el treball estaria enfocat cap a l'apartat de les ciències. Quan estudiava 1r de Batxillerat continuava confusa i encara no sabia ben bé de quin tema podria tractar el meu treball de recerca, fins el dia que vaig assistir a un conferència de la Dra. Marfany. Gràcies a ella vaig descobrir que m'agradava molt la genètica, així doncs, ràpidament vaig intentar contactar amb la doctora perquè em donés idees sobre el treball de recerca, ja que la genètica és un tema força complicat de tractar. Un cop vaig parlar amb la doctora, em va proposar un experiment força senzill, però al comentar-ho al meu tutor personal, m'ho va denegar a causa de la seva senzillesa, proposant-me altres temes interessants. Tot això va fer que em retardés una mica, però a la fi, i sense pensar-m'ho gaire, vaig decidir fer un treball encaminat als bessons univitel·lins, ja que la meua germana gran, al tenir filles univitel·lines, em va proposar aquesta idea i em va semblar força interessant. No és que me'n penedeixi, però potser si hagués tingut menys problemes segur que hagués escollit un altre tema, ja que al llarg del treball m'he adonat que aquest tema està poc estudiat i és força complicat. Per tant, el meu treball consta d'una investigació sobre bessons univitel·lins, que parteix de la pregunta:

"Sabent que els bessons univitel·lins són genotípicament idèntics, quines diferències fenotípiques degudes a l'ambient presentaran?"

La meua hipòtesi és que els bessons univitel·lins, fenotípicament, són molt iguals, ja que en observar-los sempre m'han semblat molt idèntics. No obstant, sé que els bessons univitel·lins presenten petites diferències entre ells causades per factors ambientals, és a dir, per tot allò exterior que condiciona a una persona. Penso que aquests factors determinen, dintre d'uns límits que presenten els gens, el fenotip; per aquesta raó, generalment els bessons univitel·lins s'assemblen molt, ja que a més de tenir uns gens idèntics, conviuen pràcticament en un mateix ambient. Per tant, crec que les diferències possibles que es poden presentar entre dos bessons univitel·lins, seran diferències

fenotípiques pràcticament imperceptibles a ull nu, com ara la diferència de pocs quilos de pes causada per l'alimentació, que actuaria com a factor ambiental.

A partir d'aquests aspectes es desenvolupa el marc teòric, que es centra en l'estudi del fenotip i les seves causes, i l'estudi dels bessons univitel·lins. Respecte al treball pràctic, consta d'unes proves biomètriques que es realitzen en els bessons per observar científicament com afecten els gens i els altres factors al fenotip.

Els conceptes claus que apareixen en el treball són els següents:

ADN: L'àcid desoxiribonucleic; és un àcid nucleic que conté les instruccions genètiques utilitzades en el desenvolupament i funcionament de tots els éssers vius coneguts.

Bessons univitel·lins: Els bessons univitel·lins s'originen quan l'embrió, format per poques cèl·lules, es divideix en dos grups de cèl·lules i origina dos embrions que comparteixen la placenta. Aquests bessons procedeixen del mateix òvul i del mateix espermatozoide i, per tant, tenen els mateixos gens.

Bessons bivitel·lins: Els bessons bivitel·lins es formen quan dos òvuls diferents són fecundats per dos espermatozoides. Només s'esdevé quan l'ovari expulsa dos òvuls alhora.

Fenotip: El fenotip d'un individu el decideix, principalment, el seu genotip, és a dir, els gens que tenen les seves cèl·lules. Però també hi ha altres factors que hi influeixen.

Genotip: és el conjunt de gens que disposa un organisme viu.

Herència genètica: L'herència genètica és el procés pel qual les característiques dels individus es transmeten a la seva descendència, ja siguin característiques fisiològiques, morfològiques o bioquímiques dels éssers vius.

Medi ambient: Entorn que afecta i condiona especialment les circumstàncies de vida de les persones o de la societat en el seu conjunt.

3. PART TEÒRICA

3.1. El fenotip: gens i medi ambient

3.1.1. Una mica d'història

Al final de segle XIX, les teories de Darwin van arribar al màxim de la seva expansió, ignorant completament les lleis i els mecanismes de la transmissió hereditària, que va publicar més tard Mendel¹ en el seu model, on proposava l'existència de factors o elements que representen, actualment, el suport físic dels caràcters hereditaris. Per tant, l'aportació de Mendel a la biologia de mitjans del segle XIX ha sigut fonamental ja que, a partir d'un seguit d'experiments amb pèsols, va explicar l'herència dels caràcters. A més, Mendel va definir el principi de la segregació en la qual assegurà que cada individu té 2 "factors", un procedent del gàmeta masculí i l'altre del femení, per cada característica hereditària, i que es separen quan el progenitor forma les cèl·lules sexuals. També va explicar la relació dominància-recessivitat i la segregació independent, on afirma que els caràcters hereditaris són independents.

L'any 1902 Walter Sutton, mitjançant un experiment de la formació de les cèl·lules sexuals en individus mascles de llagosta, descobreix que allò que Mendel anomenava "factors" determinen cada característica hereditària i que cadascun d'ells es situen en un dels cromosomes homòlegs.

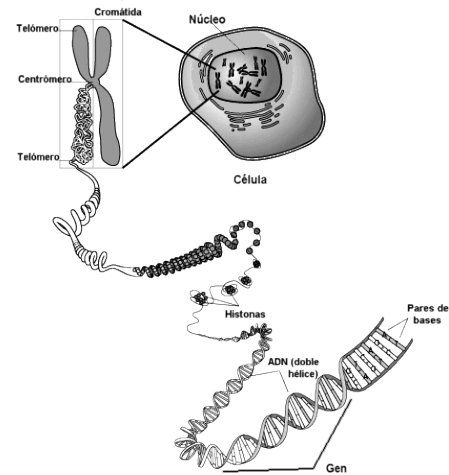
Alguns anys més tard, Thomas Hunt Morgan establí que els factors de Mendel són els gens formats per dos al·lels que es localitzen en els cromosomes.

Actualment s'ha perfeccionat el model de Mendel i s'han afegit conceptes importants; no tots els caràcters hereditaris són independents, sinó que de vegades els gens expressen la barreja dels dos al·lels. Per altre banda, Morgan va descobrir, a partir d'un seguit d'experiments amb la *Drosophila melanogaster*, les recombinacions cromosòmiques que succeeixen en el procés de la meiosi.

1 Gregor Johann Mendel va néixer el 22 de juliol de 1822 i va morir al 1884. Va ser un Biòleg i monjo austríac que va escriure, després d'uns experiments, les anomenades Lleis de Mendel, en les quals s'explica l'herència genètica.

3.1.2. Bases de la genètica: genoma

El genoma eucariota és una cèl·lula humana que està formada per 46 cromosomes, de les quals 2 són cromosomes sexuals i la resta són autosomes. Abans de la fecundació, l'òvul i l'espermatozoide experimenten una reducció a la meitat del número dels seus cromosomes, a 23; aquest procés s'anomena meiosi. D'aquesta forma el zigot, òvul fecundat, pot tenir el número normal de cromosomes de la cèl·lula humana (46 cromosomes), en què la meitat d'ells procedeixen de la mare i l'altre meitat del pare.



En el genoma, una estructura molt complexa capaç de codificar una proteïna a partir d'una seqüència nucleònica, existeixen grans quantitats de diferents tipus de seqüències: gens que codifiquen les proteïnes, ADN espaiador, seqüències de funcions desconegudes,... Algunes d'aquestes seqüències es troben repartides i constitueixen una part molt important del genotip humà. Fins a un 5 % de l'ADN humà ho constitueixen unes seqüències denominades "Alu", que en posseeixen mil còpies completes o parcials d'aquesta seqüència, escampades entre els gens i els seus interiors.

Els gens codificants posseeixen segments intercalats anomenats seqüències "inertes", que són transcrits a l'ARN missatger, però que posteriorment són eliminades i no es tradueixen a proteïnes. Entre les regions transcripcionals existeixen altres regions que no es transcriuen i s'anomenen ADN espaiador.

També existeixen gens que "transporten", que salten d'un lloc a un altre, elements genètics que poden moure's d'una posició a una altra sobre el mateix o diferent cromosoma; poden "saltar" d'un organisme a un altre, i inclús d'una espècie a una altra. En eucariotes també s'han caracteritzat elements transposons que utilitzen ARN com intermediari en la seva transposició (retrotransposons).

L'organització del material hereditari també resulta molt complex. Els genomes no són simples hèlix d'ADN, i tampoc són una senzilla suma de l'ADN i alguna proteïna; el

material genètic resulta molt més complex estructuralment. Tenen estructures bàsiques anomenades nucleosomes, constituïdes per ADN i un octàmer d'histones, que el conjunt d'aquests 6 nucleosomes més una proteïna histònica, la H1, formen un solenoide. Els solenoides, per la seva part, queden "enganxats" per unes seqüències específiques de l'ADN i formen enllaços, a una estructura, construïda per una altre proteïna no histònica, i així successivament creant l'estructura en què es troba l'ADN.

La informació genètica del genoma no tan sols s'autoreplica, sinó que també s'autoregula. El sistema genètic posseeix gens reguladors, gens que tenen la funció de regular l'acció d'altres gens. Els gens no estan activats en tot moment, al llarg de tota la seva vida, ni en tot l'espai, ni en tots els teixits i òrgans del cos; la seva expressió varia en temps, lloc i circumstàncies.

En definitiva, el pas d'una seqüència nucleònica a una seqüència aminoàcid, no és una cosa tan simple com els gens pretenen fer creure; el material hereditari, la seva estructura i la seva funció són d'una extraordinària complexitat

3.1.3. L'herència

L'herència és el conjunt de caràcters anatòmics i fisiològics que els progenitors transmeten als descendents. No obstant, en general, els pares no solament transmeten una sèrie d'elements biològics als fills, sinó que també els donen moltes atenuacions durant el creixement; els sotmeten a un conjunt de factors ambientals que influeixen en el seu desenvolupament. Per tant, les característiques d'una persona depenen de la interacció de dos factors: els genètics i els ambientals.

Els gens, que constitueixen la dotació cromosòmica, estan ordenats en els cromosomes de manera que cada gen està destinat específicament a regir la síntesi d'un determinat polipèptid, és a dir, li correspon un lloc determinat en un cromosoma concret, anomenat "locus". Quan es tracta d'un parell de cromosomes homòlegs, hi ha dos *loci* per cada gen. Tanmateix aquest gen, és a dir, la porció de ADN corresponent, no sempre és idèntic en els dos *loci*. Per tant, per a cada gen en concret hi ha dues variants anomenades al·lells, l'una en un cromosoma i l'altre en el seu homòleg. És possible que, per a un gen determinat, en els dos *loci* d'un parell de cromosomes homòlegs, siguin iguals; en aquest cas l'organisme s'anomena homozigot. També pot ser que els al·lells siguin diferents, i en aquest cas l'organisme s'anomena heterozigot.

Les diferències entre un al·lel i l'altre poden fer que l'activitat de l'un predomini sobre la de l'altre. En aquest cas, l'al·lel que determina i controla el caràcter hereditari s'anomena al·lel dominant, i el que no controla l'activitat d'aquesta mateixa característica, deixant-la en poder de l'altre al·lel, s'anomena al·lel recessiu. Per tant, l'al·lel recessiu només es pot manifestar si el mateix al·lel es troba present en ambdós *loci*, és a dir, en individus homozigòtics. També hi ha la possibilitat de que cap dels dos domini; en aquest cas s'anomenen equipotencials.

Algunes característiques dels individus sorgeixen de la intervenció conjunta de nombrosos factors, i no d'un sol gen, ja que el gen en concret té la capacitat de provocar la síntesi d'un sol polipèptid. En definitiva, la majoria de les característiques d'un individu deriven d'una herència poligènica. Tanmateix, diverses característiques depenen de l'acció d'un sol gen, i per tant deriven d'una herència monogenètica o mendeliana.

3.1.4. El genotip , el fenotip i la interacció del medi ambient

Introducció

Un individu va creixent i es va desenvolupant al llarg de la seva vida, fent un desenvolupament de les seves capacitats tan físiques com psicològiques. Aquests canvis que es produeixen en l'individu són causats per dos factors:

- Factors endògens o genètics: són factors determinats per l'herència, que actuen des de dintre, sense influències externes. Tot això constitueix la maduració de l'individu.
- Factors exògens o ambientals: són factors que modifiquen els processos de desenvolupament i engloben totes les influències que actuen des de l'exterior sobre l'individu. Això constitueix l'aprenentatge.

Genotip

El genotip és el conjunt de gens que constitueixen la dotació cromosòmica d'una persona, en què es determina el conjunt de totes les seves característiques. El genotip és únic i exclusiu de cada persona, llevat dels bessons homozigòtics o univitel·lins, ja que procedeixen d'una mateixa fecundació. Deixant a banda aquest cas, és possible que el fenotip d'una persona sigui semblant al d'un germà, ja que han rebut la dotació cromosòmica dels mateixos progenitors. Tanmateix, és improbable que tinguin exactament el mateix, ja que durant el procés de la meiosi es produeixen uns entrecreuaments cromosòmics, és a dir, que hi ha un intercanvi d'ADN entre els cromosomes homòlegs originals del pare i els de la mare. Per tant, la dotació cromosòmica de gairebé tots els òvuls i els espermatozoides és diferent, encara que es tracti d'aspectes mínims.

El genotip, l'ADN, es tradueix, a partir d'uns processos anomenats transcripció i traducció, en altres molècules obtingudes gràcies a la interacció del medi ambient. Aquesta traducció segueix les pautes d'un Codi Genètic universal que dona a lloc al fenotip, és a dir, els trets fisiològics, els trets anatòmics i el comportament d'un

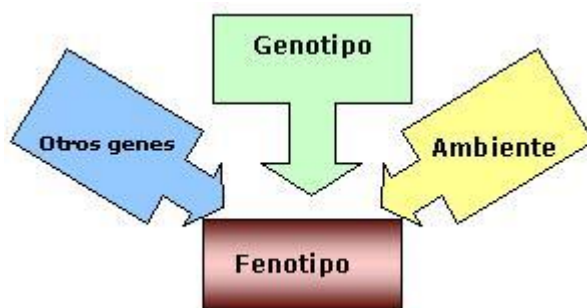
organisme. Per tant, el genotip conté tota la informació necessària per la conformació anatòmica i fisiològica d'una persona, però existeixen múltiples factors ambientals que influeixen d'una manera o altre el seu desenvolupament, és a dir, el seu fenotip.

Aquests factors ambientals, que són principalment la dieta, el clima, les malalties i l'estrès, comencen actuar des del moment que es crea el zigot, com ara les empremtes dactilars, que es formen durant el desenvolupament embrionari.

Cada gen té un percentatge característic que intervé en la formació del fenotip, per tant hi ha característiques en que el percentatge és molt elevat, i d'altres que són més baixes. Els exemples més clars on els gens tenen una força important són els caràcters hereditaris (el color d'ulls, la forma de l'orella...). El grau que s'utilitza per indicar el percentatge que té un gen en concret en el fenotip es refereix com a *plasticitat fenotípica*. Per tant, si els factors ambientals tenen una gran influència, la plasticitat fenotípica és alta, i si el genotip es pot utilitzar per predir de manera fiable el fenotip, la plasticitat fenotípica és baixa.

L'herència i l'ambient

El problema "nature-nuture" (Herència-ambient) va ser plantejat inclús abans de que es descobrissin les bases genètiques. Aquest fet va causar forces polèmiques, ja que la identificació de l'instint com a genotip i de l'aprenentatge com a ambient, com si fossin dos aspectes antagònics, no té cap sentit. La incoherència d'aquesta polèmica es posa en manifest si es considera que l'acció genètica està controlada a la vegada pel medi ambient, perquè l'organisme no està mai lliure dels gens (l'origen), ni del medi ambient (necessari pel desenvolupament), ni del comportament, i com la resta del



fenotip, és una reflex del seu desenvolupament, basat en els seus gens i en un medi ambient particular. Per tant, l'organisme, l'individu, el fenotip..., són el resultat dels gens i de l'ambient. I

ambdós són necessaris, imprescindibles, i cap dels dos per separat són suficients pel desenvolupament d'un ser viu.

Un genotip concret pot originar diferents fenotips, és a dir, un individu amb un genotip potencial d'alta intel·ligència pot acabar originant un QI (Quocient Intel·lectual) per sota de la mitjana. Per tant, un específic genotip no determina irremeiablement un concret fenotip, poden ser diferents. Exemple: una informació genètica per subnormalitat profunda, en un cert ambient alimentari, pot convertir-se, en el procés de la manifestació fenotípica, en un QI normal: l'ambient, en aquest cas l'alimentació, ha fet el canvi. A més, el coeficient d'una persona pot variar en diferents moments de la vida.

En general, les relacions herència i ambient són les següents:

- Els efectes d'un mateix ambient poden variar en diferents genotips.
- Alguns caràcters són respostes immediates a certs aspectes de l'ambient. Altres són respostes a llarg termini, i en ocasions no resulta fàcil establir la relació entre ambient i caràcter.
- Un mateix ambient pot exercir efectes diferents si l'organisme es veu sotmès a ell en diferents etapes de la seva vida. Per exemple, els idiomes s'aprenen millor quan ets petit.
- La resposta d'un organisme davant un ambient determinat depèn també dels ambients pels que hagi passat prèviament. Per exemple, el desenvolupament d'anticossos d'una picadura de vespa, fent que el cos estigui preparat per aquestes picadures i que, per tant, reaccioni diferent que un individu que no hagi desenvolupat aquestes anticossos.

En resum, l'herència i el medi no són mai una qüestió d'exclusió, ni tampoc de percentatges, sinó que són relacions marcades per la complementarietat i per un pes diferencial, segons l'aspecte que es tracti i el moment evolutiu que es consideri.

Els gens i el fenotip

Les relacions entre els gens i el fenotip són les següents:

- Els gens sols no determinen el fenotip, és a dir, donat el genotip, el fenotip no està fixat. Per exemple, de dos bessons monozigòtics, si un viu als Andes i l'altre al nivell del mar, els seus glòbuls vermells seran diferents.
- Els gens determinen la capacitat, és a dir, limiten les habilitats possibles que pot aconseguir un individu, però aquest arribarà a un punt o a un altre depenent de l'entorn.
- Els gens determinen tendències, és a dir, que en termes relatius tendeix l'individu d'una forma a una altre. Per exemple, un individu pot tendir a engreixar-se i acabar sent prim a causa d'efectes ambientals.

El comportament humà

Actualment s'accepta que el nostre comportament està influït i determinat per aspectes biològics i per aspectes ambientals; el problema fonamental és saber com interaccionen. L'herència predispesa i limita a la persona vers cert comportament, però l'ambient en determina l'expressió. Per exemple: La nostra intel·ligència la pot determinar, en part, els gens que s'hereten dels pares, però la llar on naixem, el grau en que es va estimulant per assolir un determinat nivell intel·lectual, el tipus d'educació rebuda, entre d'altres, tenen un efecte en la manera en què es manifesta aquesta intel·ligència. Per tant, els processos psicològics són possibles gràcies als gens que els defineixen i per la interacció de la persona amb l'entorn.

No obstant, existeix una idea equivocada respecte els gens amb relació al comportament, ja que el gen de la intel·ligència, per exemple, no existeix. Molts dels caràcters del comportament tenen una base genètica extraordinàriament complexa: qualitativa i quantitativa simultàniament, a més de possibles efectes pliotròpics (gens que poden afectar més d'un caràcter), variacions en la expressivitat, etc...

La heretabilitat

Gran part de les característiques fenotípiques dels organismes tenen una base genètica que s'anomena quantitativa, és a dir, que la informació genètica d'un determinat caràcter és múltiple, està influït per molts gens que actuen de forma additiva. Per tant, actualment no és possible aïllar, un per un, els efectes dels gens implicats. En definitiva, la proporció de la variabilitat fenotípica mostrada per els individus d'un determinat grup, és deguda a la variabilitat genètica existent entre aquests mateixos individus. És el què s'anomena heretabilitat. És un concepte estadístic que indica la proporció de la variabilitat manifestada a causa de la variabilitat ambiental, com ara que en un grup poblacional es pot esbrinar quina proporció de la variació observada, fenotípica, pot ser atribuïda a diferències entre els genotips de la gent o a diferències ambientals.

La clonació

La clonació d'un organisme, obtenció de rèpliques idèntiques d'unes a altres, és impossible, tot i tenir les tècniques apropiades (exemple: ovella Dolly) i el genoma, ja que s'ha de reconstruir el 100% de l'ambient en el què van viure, les seves experiències, etc... Tant el genotip com l'ambient són necessàries, imprescindibles, i cap per separat és suficient per el desenvolupament del fenotip. Per tant, cada organisme és una història única de formes, fisiologies i comportament.

Conclusions

En resum, les característiques constitucionals pròpies d'una persona, que en conjunt s'anomenen fenotip, depenen de la interrelació entre el genotip i els factors ambientals. En altres paraules, qualsevol organisme que expressi genèticament una característica determinada, pot ser que les circumstàncies ambientals puguin modificar-la molt, o fins i tot puguin determinar que no es manifesti. I gràcies a aquest fenomen tots som únics, fins i tot els bessons monozigòtics, que són genèticament

idèntics. És a dir, aquesta naturalesa única és el resultat de la interacció entre els gens que s'han heretat dels pares i l'ambient, que influeix des del moment en que viuen.

A més, s'anomena *paratip* al conjunt de característiques adquirides per la influència del medi ambient, que junt amb el fenotip, l'expressió externa del material genètic propi d'un individu, dóna lloc a la forma d'un ésser individual.

Per altre banda, la relació entre gen, ambient i organisme (fenotip) és hipotètic, ja que donats els gens i l'ambient, no es sap l'organisme què originarà. I donat l'organisme, tampoc es saben els gens o l'ambient que el van originar. Per tant, el fenotip es modifica constantment fins la mort, i el genotip, tot i ser el mateix durant tota la vida, no està constantment en funcionament, i tampoc la interacció amb l'ambient és la mateixa en diferents etapes de la vida.

3.1.5. Nocions del gen i l'organisme

Existeixen dos nocions fonamentals per a la comprensió del gen i l'organisme:

- La proposta de Mayr (1974) sobre programes genètics tancats i oberts: ella ens proposa mirar el comportament com un programa genètic que no permet modificacions durant el procés de formació del fenotip. D'aquesta manera, és un “programa tancat”, ja que res es pot inserir en ell a través de l'experiència. Aquests programes són comportaments estereotipats, bàsicament iguals per a tots els membres de l'espècie, impenetrables a la experiència individual i a ambients uniformes en espais i estables en el temps.

Un programa genètic que permet l'entrada addicional d'informació durant la vida és un “programa obert”, ja que és informació nova adquirida a través de l'experiència que pot ser inserida en el programa. Aquests programes predominen en animals superiors, com ara l'*Homo sapiens*. Els programes oberts són àmpliament modificables per l'experiència individual, i fins i tot col·lectiva, i adaptatius per a organismes que s'enfrontaran a diversitat espacial i temporal, i amb capacitat d'aprenentatge.

Les diferència entre els dos tipus de programes són quantitatives, ja que no hi ha una contundent separació entre els uns i els altres, i pràcticament totes les espècies, en un major o menor grau, mostren els dos tipus de programes en diferents comportaments.

- La proposta de Lewontin (1984) com a “norma de reacció”: ell ens diu que donat un determinat genotip, s'origina un fenotip particular per a cada ambient en cada història. Per tant, seria com una llista de correspondència entre els diferents ambients possibles i els fenotips que resultarien en cada un d'ells, és a dir, les normes de reacció de certs genotips.

3.2. Bessons univitel·lins

3.2.1. Embaràs múltiple

La zigositat

L'embaràs múltiple, el desenvolupament simultani de dos o més fetus a la cavitat uterina, és una situació freqüent que es produeix de manera aproximada en 1 de cada 80 embarassos. En la majoria dels casos es tracta d'embarassos dobles, o bessons, en què es desenvolupen dos fetus. I en un cas més excepcional, existeixen els embarassos triples i quàdruples.

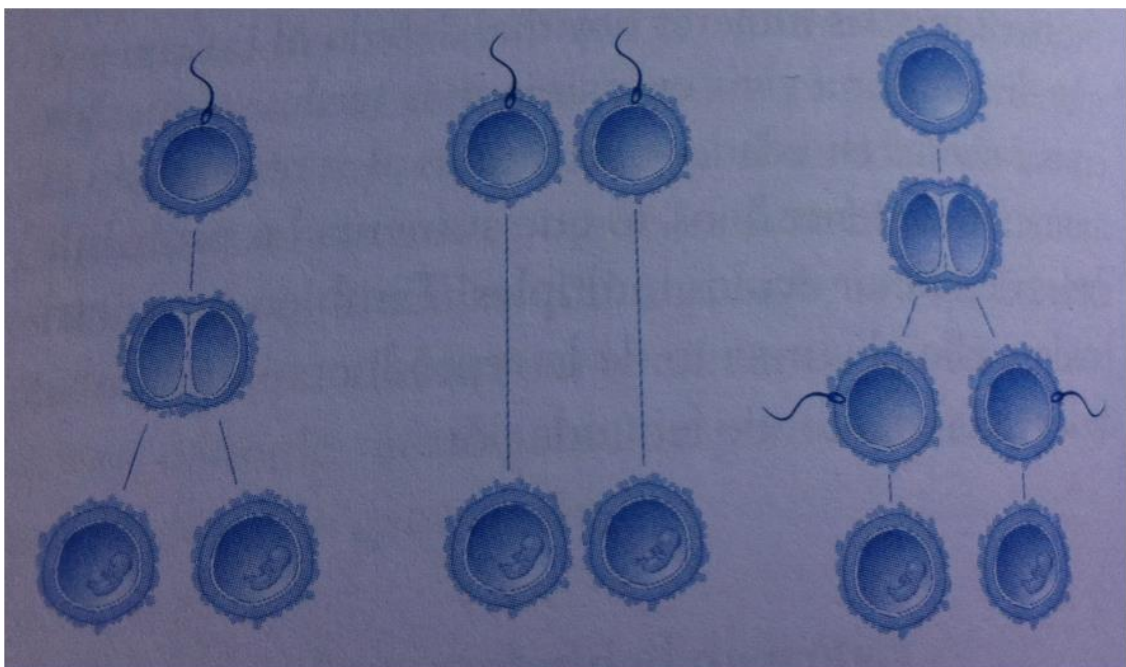
El terme zigositat fa referència a les característiques del zigot, cèl·lula resultant de la unió entre l'òvul i l'espermatozoide. La zigositat té rellevància a l'hora de determinar la identitat genètica dels embarassos múltiples: si són bessons bivitel·lins o univitel·lins.

Per tant, l'embaràs múltiple pot ser:

- Bessons monozigòtics o univitel·lins: En els casos menys freqüents, l'embaràs múltiple és un embaràs uniovular, anomenat també embaràs univitel·lí o embaràs monozigòtic, caracteritzat pel fet de que ambdós fetus deriven d'un sol òvul i d'un sol espermatozoide. En aquest cas, ambdós bessons són genèticament iguals, ja que únicament es produeix una fecundació d'un òvul, on en el procés de segmentació de l'ou es realitza una duplicació de les cèl·lules i per tant es desenvolupen dos embrions. Aquest tipus de bessons, també anomenats bessons idèntics, són sempre del mateix sexe, tenen la mateixa constitució genètica, posseeixen el mateix grup sanguini i s'assemblen enormement entre sí, quant a les seves característiques físiques, psicològiques i mentals. La bipartició de l'embrió es produeix acompanyant a la proliferació cel·lular, en la qual només està implicada la mitosi, un procés de repartiment de material hereditari que distribueix còpies idèntiques de la dotació genètica.
- Bessons dizigòtics o bivitel·lins: El més freqüent és un embaràs biovular, anomenat també embaràs bivitel·lí o dizigòtic, caracteritzat pel fet que cada fetus deriva del

desenvolupament d'un òvul diferent i també de diferents espermatozoides. Per tant, la similitud genètica d'ambdós bessons serà la mateixa que amb qualsevol altre germà, i aleshores es diu que són bessons fraters. Aquest embaràs múltiple només es dona lloc quan en un mateix cicle menstrual tenen lloc dos ovulacions, que poden ésser fecundats per espermatozoides diferents. Cadascun d'aquests òvuls s'implanta a la mucosa uterina independentment, i es desenvolupen dues placentes i dues bosses independents.

-Bessons semi idèntics: constitueix un cas excepcional i ningú sap ben bé com es produeix. Els científics creuen que es tracta d'un òvul que es divideix abans de la fecundació. Per tant, són bessons que comparteixen el 75% de l'herència genètica.



A l'esquerra són bessons monozigòtics, al mig són bessons dizigòtics i a la dreta cas són bessons semi idèntics.

La corionicitat (placenta)

La corionicitat és la formació, tipus i estructura de la placenta.

Quan es produeix un embaràs l'òvul fecundat viatja fins l'úter durant varis dies, implantant-se a la paret uterina. Llavors, quan passa a denominar-se embrió, comença la formació de la placenta.

El sac amniòtic està recobert per dos membranes que tenen la funció de protegir el fetus. La membrana exterior s'anomena cori i forma part de la placenta. La membrana interna s'anomena amnios i es tracta d'una fina membrana que envolta a l'embrió i que està plena de líquid amniòtic.

Tipus de placentes en la gestació d'embarassos múltiples

En el cas dels bessons dicigòtics, la implantació de cada òvul es produeix per separat, donant lloc a diferents placentes i a dos sacs amniòtics, per tant els fetus tenen dos corins i dos amnios. Es denomina com embaràs dicorial-diamniòtic.

No obstant, en el cas dels bessons monozigòtics l'estructura placentària depèn del moment en que es produeix la divisió en el zigot. Existeixen varies possibilitats:

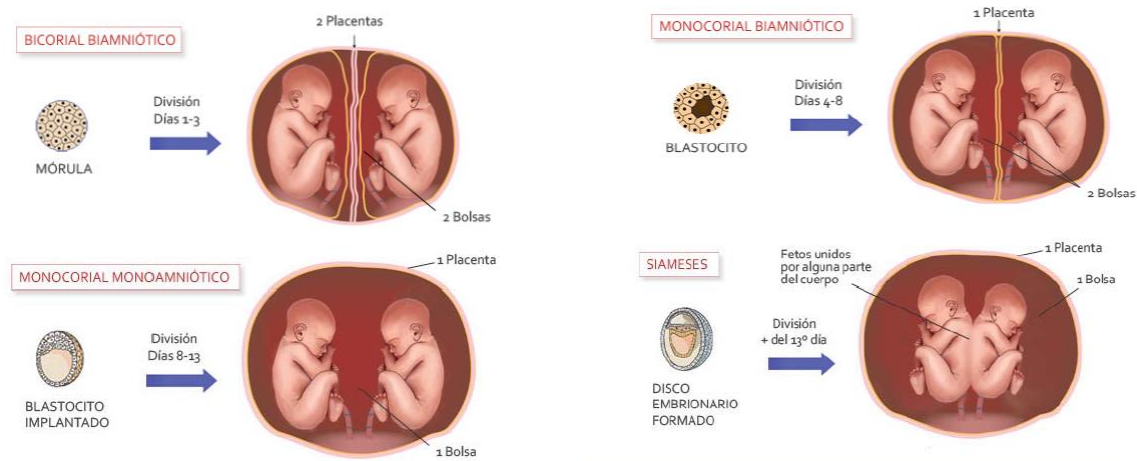
1) Embaràs dicorial-diamniòtic: Els dos fetus tenen dos placentes i dos sacs amniòtics per separat. Succeeix quan la divisió del zigot es produeix en els tres primers dies després de la fecundació. És el cas del 30% dels bessons monozigòtics i es tracta de l'embaràs múltiple de menor risc.

2) Embaràs monocorial-diamniòtic: Els embrions comparteixen la placenta, però estan en diferents sacs amniòtics, per tant tenen un cori i dos amnios. La divisió del zigot es produeix entre el quart i el vuitè dia, pel que la placenta i el cori ja estan formats. És el cas del 63 % dels embarassos monozigòtics i el risc més rellevant és la possibilitat de que es produeixi el Síndrome de Transfusió Fetus Fetal, ja que els dos torrents sanguinis estan connectats mitjançant els vasos sanguinis.

3) Monocorial-monoamniòtic: Els fetus comparteixen la placenta i el sac amniòtic, per tant tenen un cori i un amnios. Succeeix quan la divisió del zigot es produeix entre els dies 8 i 13. Es tracta del cas menys habitual de tots (entre 1 % i el 4% dels casos), i a la vegada l'embaràs múltiple de major risc.

4) Siameses: Els embrions comparteixen la placenta, la bossa amniòtica (un cori i un amnios) i alguna part del cos. Aquest fenomen es produeix quan la divisió del zigot té lloc a partir del tretzè dia després de la fecundació.

Monozigòtics



Causes d'un embaràs múltiple

Herència: Aquesta causa augmenta notablement la possibilitat de tenir un embaràs múltiple quan en la família hi ha antecedents d'embarassos múltiples; es transmet per via materna i paterna, però en el cas que sigui per via paterna, la probabilitat serà transferida a la seva filla.

Edat madura: Les dones majors de 35 anys produeixen més hormones que les més joves, encara que siguin menys fèrtils. EL 70% de dones de més de 45 anys tenen bessons.

Una alta paritat: El fet d'haver tingut diversos embarassos o d'haver tingut bessons en un part anterior duplica les possibilitats de tornar a concebre'ls ja que la mare pot tenir tendència a l'ovulació múltiple.

La raça: Les dones afroamericanes són més propenses a tenir bessons que qualsevol altra raça, i en canvi les dones asiàtiques i americanes natives tenen les taxes més baixes.

Anticonceptius: Hi ha un 1% de probabilitats de que el mètode falli i que es produeixi l'ovulació d'un o més òvuls.

Medicaments: Estimulen l'ovulació.

Les tecnologies de reproducció assistida: Com per exemple la fertilització in vitro (FIV), entre d'altres tècniques.

3.2.2. Personalitat dels bessons univitel·lins: gens o ambient?

Els psicòlegs porten molts anys estudiant la personalitat dels bessons idèntics amb l'esperança de determinar fins a quin punt influeix la genètica en la personalitat, i fins a quin punt es deu a la influència dels factors ambientals. Molts d'aquests estudis s'han centrat en analitzar la vida dels bessons monozigòtics que són separats al néixer, amb la finalitat de poder analitzar, de forma separada, la influència genètica de la influència de l'entorn.

Els bessons monozigòtics tenen caràcters semblants, ja que molts dels trets humans són determinats pels gens, com ara la timidesa, la agressivitat, la tranquil·litat o el nerviosisme, la sociabilitat, i fins i tot el sentiment religiós. Per tant, no és estrany que s'assemblin. No obstant, no són clons, ja que no estan exposats a un mateix entorn pre i postnatal. Segons el Dr. Jefferson, l'entorn prenatal és un dels més influents per a un individu, ja que els efectes de l'entorn en el fetus i el seu desenvolupament causen unes conseqüències importants en les seves vides.

Per altre banda, es dona un fenomen curiós entre els bessons idèntics anomenat "intercanvi de conductes". Aquest fenomen és l'intercanvi d'actitud entre els dos bessons segons el lloc i la circumstància del moment, per exemple: La Laia té un comportament alegre i actiu quan està a casa, i en canvi l'Alba és més tímida i callada. No obstant, quan van a l'escola s'intercanvien d'actituds: l'Alba és més extravertida i alegre, i la Laia és més tímida. Això succeeix perquè les nenes tenen un caràcter molt semblant i, segons les circumstàncies, es reflecteixen unes característiques o unes altres. Per tant, tant l'Alba com la Laia tenen una part tímida i una altra oberta. Inclús els trets es poden intercanviar segons la fase de la vida en què estiguin els bessons.

Uns estudis realitzats a la Universitat d'Edimburgo van concloure que els bessons idèntics tenen més probabilitats de compartir els mateixos trets i que, per tant, la genètica té un impacte major que l'educació. A més, els investigadors afirmen que la capacitat de controlar-se i de persistir fins aconseguir l'objectiu desitjat (autocontrol), està fortament influenciada per la genètica. Per tant, han comprovat que els bessons monozigòtics tenen una concordança molt significativa en qüestions d'intel·ligència, de desordres psiquiàtrics, de personalitat i d'altres variants psicològiques.

També és curiosa la conclusió a la que van arribar els investigadors Loehlin y Nichols, afirmant que la influència del entorn en les variables analitzades de la personalitat opera de forma aleatòria, segon els casos.

L'efecte mirall

Els bessons idèntics freqüentment són l'un una "imatge mirall" de l'altre, amb una estructura facial, unes empremtes dactilars i unes mans dominants contràries (és a dir, si un és esquerrà, l'altre bessó és dretà).

Aquest efecte mirall s'estén fins al cervell, de tal manera que si un bessó té l'hemisferi dret del cervell dominant, l'altre tendeix a tenir el de l'esquerra. Donat que ambdós costats del cervell estan, d'alguna manera, especialitzats en tasques diferents, la forma de pensar de cada bessó és diferent; per exemple, un destaca per les matemàtiques i l'altre per les llengües.

Per tant, el desenvolupament dels bessons no sol seguir el desenvolupament normal dels nens de la seva edat, sinó que es reparteixen el treball, de tal manera que si un és molt competent amb unes habilitats, l'altre bessó ho és amb unes altres.

No obstant, això no exclou que, fins i tot els bessons que pensin de forma diferent, puguin ser molt similars en el temperament i en altres variables de la personalitat. L'investigador Bouchard va trobar similituds increïbles entre els bessons idèntics: algunes manies, eleccions personals, comportament social expressiu, les expressions facials o la postura corporal, entre unes altres.

Són estudis que demostren l'evidència de la gran influència de la genètica en la personalitat.

Conclusions

En conclusió, i a la vista d'aquests estudis, resulta innegable que la personalitat té un fort component hereditari en molts aspectes, així com que moltes de les

característiques psicològiques estan influïdes, en gran mesura, per la genètica. Cal ressaltar aquesta afirmació: hi ha un enorme similitud en molts trets de la personalitat dels bessons idèntics, fins i tot en el cas d'aquells que han estat criats per separat.

3.2.3. Diferències genotípiques entre els bessons univitel·lins

Les diferències fenotípiques que es troben en els bessons univitel·lins afirmen que el principal factor és l'ambient. Per tant, els estudis dels bessons es basen en l'ambient, per analitzar la determinació que causa la genètica en ells. Aquests estudis estan, en general, en la base de tots els càlculs de l'heretabilitat per diversos caràcters humans.

Tot i que els bessons univitel·lins siguin germans, hagin compartit el mateix úter en el mateix moment, hagin crescut junts i convisquin en una mateixa família, la complexitat de les interaccions genoma-ambient és tal, que les petites diferències entre els dos individus acaben per transformar-se en diferències fenotípiques apreciables, tant a nivell físic com a nivell dels caràcters.

Diferències genotípiques entre els bessons univitel·lins:

1. Les causes més evidents de les diferències genètiques entre bessons idèntics són les mutacions somàtiques post-zigòtiques, fenomen conegut des de principis del segle XX. Les mutacions que es poden generar en un dels dos embrions, o en ambdós, després de la seva separació, no tenen cap efecte sobre l'altre embrió, per tant es crea una diferència genètica entre ambdós bessons. Aquest mecanisme de diferenciació és d'escassa mesura, ja que les mutacions en el genoma humà són poques, encara que tampoc són insignificants, donat que, com ens mostren algunes experiències, poden arribar a crear una discordança en malalties genètiques, com ara el síndrome d'Aicardi.

2. Altres causes similars a l'anterior són les aneuploidies, alteracions en el número de cromosomes, i el mosaïcisme, que es dona quan en un mateix individu coexisteixen línies cel·lulars de diferent dotació cromosòmica, però provinents d'un mateix zigot. Causen alteracions cromosòmiques estructurals que es creen després de la separació del zigot, on més endavant dona lloc als bessons univitel·lins. Per tant, genera una asimetria en el número i distribució dels cromosomes entre ells.

3. Les diferències genètiques poden ser causades, també, per errors produïts durant les divisions cel·lulars que es succeeixen en el procés embrionari, al copiar l'ADN, com ara saltar-se unes parts, o copiar-se dos vegades. Per tant, durant el desenvolupament del fetus es produeixen milions de còpies cel·lulars en les que es poden produir lleugers errors a l'ADN. Normalment hi ha dos còpies per cada gen, un de la mare i l'altre del pare. Però hi ha segments en l'ADN que es desvien d'aquesta "regla de dos còpies"; s'anomenen variacions del número de còpia (CNV). Per això es formen segments de l'ADN que es diferencien entre sí. La influència del CNV és menor o major segons el moment del desenvolupament cel·lular en que es produeix. Si succeeix poc després de la fecundació, el seu efecte es major que en la 50a divisió cel·lular. O bé, també és menor o major segons l'amplitud en que actua el CNV, és a dir, si fa una còpia o més de 14.

Gràcies a aquest descobriment es pot entendre per què un bessó pateix asma i l'altre no, ja que a un dels dos li falta algun gen dels cromosomes. Per tant, els bessons idèntics posseeixen un genoma casi igual, però freqüentment són diferents en el número de còpies del segment individual del gen.

4. Una altra causa reconeguda són les diferències de la seqüència de l'ADN mitocondrial. Aquest fragment del genoma es troba en milions de còpies per cada cèl·lula del cos, cosa que produeix una taxa de mutació més alta que la del genoma nuclear. Per tant, acumula més mutacions, generant diverses poblacions d'ADN mitocondrial dins d'un mateix individu. Aquest fenomen s'anomena heteroplasmia, i si en un zigot hi ha varis tipus d'ADN mitocondrial, que es reparteixen aleatòriament entre les cèl·lules filles provinents de les divisions d'aquest zigot, els dos bessons univitel·lins poden heretar ADN mitocondrial diferent, que a la llarga produeixi diferències fenotípiques.

5. Els bessons univitel·lins de sexe femení es poden diferenciar genèticament pels patrons de desactivació del cromosoma X. A diferència dels homes, les dones tenen un

parell de cromosomes sexuals, és a dir, tenen dues còpies del cromosoma X que prové dels respectius pares. A causa d'aquest fet, els embrions femenins, com a fenomen de regulació, desactiven un dels cromosomes X quan tan sols tenen 20 cèl·lules. A més, es produeix aleatòriament, ja que en alguns casos es desactiva el cromosoma X del pare i en altres el de la mare. D'altra banda, aquesta desactivació és heretable, és a dir, una dona, cromosòmicament, pot estar formada per cèl·lules amb cromosomes X actius d'origen patern o matern, així es mantindrà durant tota la seva vida i serà el cromosoma que heretaran els seus descendents. Per tant, en el cas dels bessons univitel·lins de sexe femení, els patrons de desactivació dels seus cromosomes X poden ser diferents. No obstant no és el més freqüent, ja que una desactivació a l'atzar determina que els patrons de desactivació tendeixin a ser estadísticament iguals, però sí que és possible. Donat que els dos cromosomes X no tenen la mateixa informació genètica, això pot portar a l'expressió de diferents informacions genètiques i, per tant, petites diferències en el fenotip.

3.3. L'epigenètica i els bessons univitel·lins

3.3.1. Epigenètica: l'ambient canvia els gens

Introducció

L'ADN amb el que es neix no és el mateix amb el que es mor, almenys no en totes les cèl·lules del cos. És a dir, l'ADN al llarg de la vida pateix canvis per la influència de factors ambientals, com ara l'estil de vida (estrès), la nutrició, la contaminació ambiental, entre altres. Per tant, els bessons idèntics són clons naturals que neixen amb els mateixos gens, però amb els anys l'ADN d'ambdós es va diferenciant, creant diferències entre ells. La ciència que estudia tot el que influeix en els gens s'anomena epigenètica.

Els últims anys s'ha demostrat que l'epigenètica, la modificació de l'activitat de l'ADN sense alterar la seva seqüència, té un paper fonamental en el desenvolupament embrionari, en les diferències normals entre individus i en la patologia humana. A més, ha mostrat ser fonamental com a interfase entre el genoma i l'ambient en el que es desenvolupa i viu un individu.

L'epigenètica és la ciència que explica com poden, els factors ambientals, modificar l'expressió genètica d'un individu, així com que estudia les petites marques químiques en l'ADN, marcant les possibles diferències entre els bessons univitel·lins. En altres paraules, l'epigenètica es tractaria d'una espècie "d'interruptors moleculars" que activen o desactiven l'expressió d'un gen determinat.

Les modificacions epigenètiques són molt més freqüents que les mutacions en l'ADN, ja que constitueixen una de les bases de la diversitat biològica; a més no es transmeten a la descendència.

En definitiva, els canvis epigenètics són els que expliquen per què en bessons monoigènics, que tenen els mateixos gens, un pot desenvolupar un càncer i l'altre no.

Alteracions epigenètiques

Les alteracions epigenètiques són modificacions que es produeixen al llarg de la vida en els gens, a causa de factors ambientals. A conseqüència dels canvis genètics, les proteïnes també canvien. Per tant, els bessons idèntics, clons naturals que neixen amb els mateixos gens, al llarg de la seva vida poden aparèixer diferències entre ells, a causa d'aquestes modificacions químiques de l'ADN, provocant variacions genètiques que poden activar o inhibir les malalties o les diferències físiques.

Moltes d'aquestes alteracions epigenètiques són “bones”, com ara la desactivació d'un dels dos cromosomes X que tenen les dones. També són essencials els canvis epigenètics en varis dels processos relacionats amb el creixement del fetus durant l'embaràs. No obstant, l'epigenètica té també un paper important en la determinació de les malalties.

Tipus d'alteracions epigenètiques

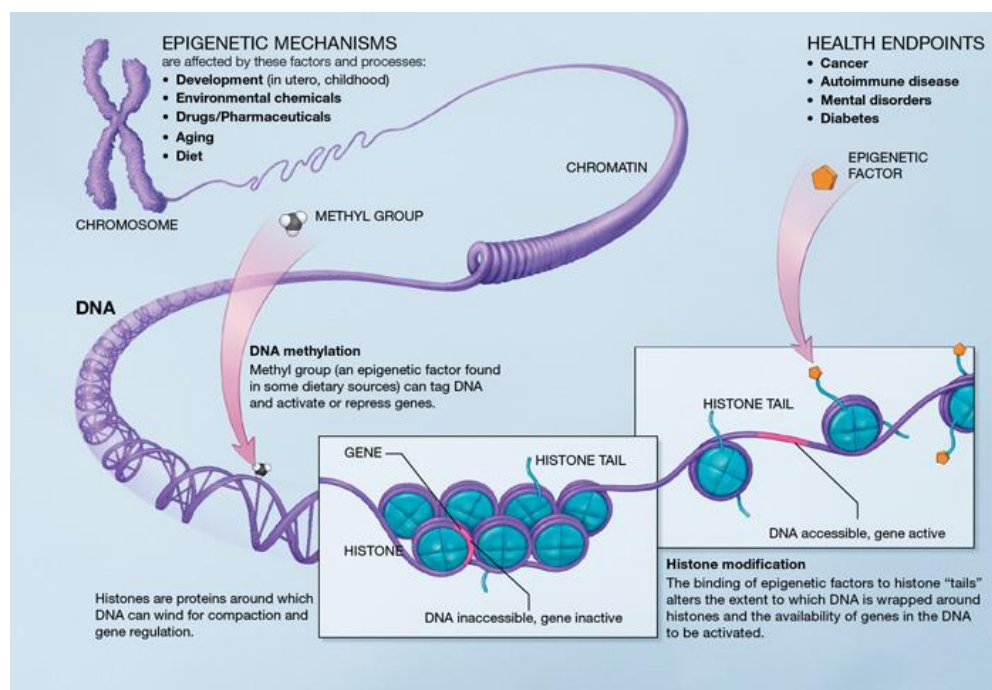
Es coneixen varis tipus d'alteracions epigenètiques que alteren l'estructura de l'ADN sense canviar la seqüència dels àcids nucleics, anomenant-se marques epigenètiques. Una de les principals és la metilació, modificació bioquímica de l'ADN produïda a causa d'un grup metil que es col·loca sobre l'ADN. Aquest grup metil fa que els nucleosomes s'uneixin i deixin de funcionar, prohibint la traducció del segment de l'ADN a proteïnes. Aquest fet pot provocar un càncer, ja que existeixen gens supressors de tumors que, a causa dels metils, deixen de funcionar bé, és a dir, que no actuen inhibint el càncer. Per tant, els tumors humans tenen un component genètic i un altre epigenètic.

Els factors ambientals són els causants de produir aquesta metilació. Per exemple, el tabac muta els gens, però també indueix metilació de gens; o bé que una radiació pot trencar les cadenes de RNA, però també indueix metilacions que no hauria de fer. La investigació epidemiològica és complexa, i el fet de que es reconegui la seva importància no implica que sigui fàcil esbrinar els agents que produeixen aquest desequilibri.

En general, menys el cas del tabac, no és fàcil establir una relació clara entre els agents ambientals (com ara la dieta), i la epigenètica, encara que sí que és cert que hi ha qüestions de l'alimentació que influeixen en l'epigenètica.

A més de la metilació, existeix una altra modificació epigenètica en les histones, que són les proteïnes que ajuden a empaquetar l'ADN en la cèl·lula. És a dir, l'ADN és una estructura tridimensional enrotllada al voltant de histones, com un collaret, ja que d'aquesta forma l'ADN hi cap en les cèl·lules, i també pot regular l'expressió genètica. Aquesta modificació fa que els gens que estan molt endins de la bola no es puguin expressar, i en canvi els que estan fora sí, ja que són més accessibles. Per tant, les modificacions químiques de les histones també poden alterar un càncer.

Una altra modificació epigenètica en els tumors és l'ARN no codificant. Molts ARN funcionen com molècules intermediàries entre l'ADN i les proteïnes, però també hi ha altres tipus d'ARN que no codifiquen les proteïnes i que sofreixen canvis epigenètics. Aquests ARN s'anomenen ARN no codificants.



Causes i conseqüències de l'epigenètica

L'epigenètica, a part de determinar diverses malalties, s'ha descobert recentment que també determina les diferències entre bessons monozigòtics. I s'ha demostrat que als primers anys de la seva vida, les diferències epigenètiques són difícils de distingir, però a mesura que van creixent, les diferències es van marcant cada cop més. Aquestes diferències poden ser causades per efectes de l'ambient sobre les modificacions epigenètiques que sofreix l'ADN, per variacions aleatòries durant les successives divisions cel·lular (procés anomenat "epigenètic drift"), per les discordances en l'estil de vida o per la distància i el temps que els bessons estan junts. Aquests factors, com ara la dieta, l'afecte familiar, el tabac, els estímuls intel·lectuals o la higiene, acaben tenint tanta o més importància que l'estructura genètica amb la que neixen, creant diferències fenotípiques entre els bessons idèntics: tenen diferents susceptibilitats a posar-se malalts, desenvolupen personalitats diferents i existeix la possibilitat de que un d'ells pateixi una malaltia, o pugui patir un trastorn, mentre que l'altra no.

D'aquesta forma s'expliquen casos impactants dels bessons univitel·lins davant de certes malalties genètiques. En principi es pensava que la causa d'aquestes malalties complexes, com l'asma o l'esquizofrènia, era l'ambient, el qual moltes vegades és el principal causant de moltes altres malalties, però l'epigenètica també pot crear diferències fenotípiques entre individus genèticament iguals. És per això que actualment es creu que l'epigenètica altera el creixement corporal creant síndromes varis, com ara el Síndrome de Silver-Russell. Per tant, és un dels principals factors que regula el creixement d'un individu.

D'altra banda, les variacions estructurals del nostre genoma poden ser tan importants com les variacions de la seqüència de l'ADN més estudiades en la determinació de les característiques i fenotips patològics. Aquestes variacions són els grans determinants de les diferències genètiques entre individus, i s'estima que la similitud del genoma entre dos humans és el 99,5%. Això ens mostra la gran variabilitat que pot presentar el genoma.

En resum, l'epigenètica pot explicar perquè una mateixa seqüència d'ADN (genotip) pot originar diferents manifestacions (fenotip), com en el cas dels bessons univitel·lins.

La importància de l'epigenètica

Alguns factors ambientals, com ara el tabaquisme, la dieta , l'exercici físic o l'estil de vida, poden afectar els perfils epigenètics. És important tenir-los en compte per poder determinar la predisposició genètica que presenten algunes persones en desenvolupar malalties.

L'Epigenètica pot explicar com una persona pot heretar una mutació d'un gen que tingui un elevat risc de càncer, donant lloc a l'aparició d'un tumor als 35 anys, mentre que una altra persona, amb la mateixa mutació, no ho desenvolupi fins els 70.

1. PART EXPERIMENTAL

4.1. Mètodes

El mètode utilitzat per dur a terme la investigació es basa en estudis de biometria, ja que d'aquesta manera es demostren científicament les conclusions necessàries per respondre la pregunta: "Sabent que els bessons univitel·lins són genotípicament idèntics, quines diferències fenotípiques presentaran degudes a l'ambient?"

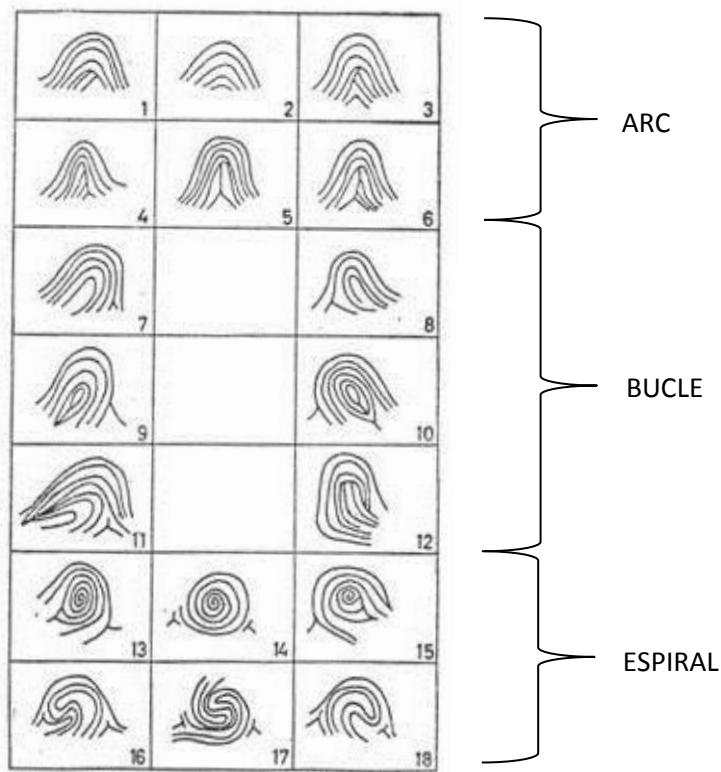
4.1.1. Empremta dactilar

L'empremta dactilar és un conjunt de marques en relleu, anomenades crestes i solcs, que es formen en el palmell de la mà i a la planta del peu durant el setè mes de gestació, gràcies tant a factors genètics com ambientals. Per tant, els bessons univitel·lins es diferencien per les empremtes dactilars, ja que els gens determinen les característiques generals dels patrons que s'utilitzen per classificar-les (taula adjuntada). El líquid amniòtic de l'úter i el canvi continu de la posició del fetus, en resposta als canvis posicionals de la mare, creen un micro-ambient de fluid canviant sobre el creixement de les cèl·lules dels dits.

Per altre banda, mentre que les diferències de les empremtes dactilars en el micro-ambient és petit i subtil, el seu efecte s'amplifica, produint diferències macroscòpiques entre un bessó i l'altre. Tot i tenir la mateixa estructura de l'ADN, els dos fetus mostren que són sistemàticament diferents, i el procés del desenvolupament de la seva diferenciació continua a través de la vida.

Aquestes marques, un cop han estat fixades a la pell, resten invariables al llarg de la vida. Les crestes formades a la pell s'uneixen amb altres crestes, i aquesta unió s'anomena minúcia. El nucli de l'empremta dactilar, que és el conjunt de minúcies que creen una forma característica, pot ser un bucle, un arc o un espiral. A més, pels costats del nucli normalment es troben deltes, que són un conjunt de plecs en forma triangular.

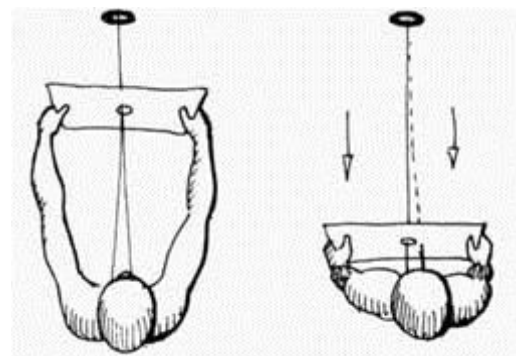
Existeixen diferents tipus d'empremtes dactilars, que depenen de la forma del nucli, és a dir, del conjunt de crestes dactilars:



4.1.2. Ull director

L'ull dominant o director és aquell que té major agudesa visual, el que domina la visió de profunditat, mentre que l'altre domina la perifèrica i l'espai, principalment fent arribar entre tots dos una imatge tridimensional al cervell. És l'ull que s'utilitza preferentment per mirar per un microscopi, la càmera de fotos, és a dir, és el primer ull que s'utilitza per mirar qualsevol cosa. Normalment, l'ull director és aquell que està al costat contrari de la mà dominant (el cas més comú és trobar-nos un destre de mà amb una dominància esquerra visual).

Hi ha varies formes d'esbrinar quin és l'ull dominant. La més utilitzada es agafar un full de paper i fer un orifici en el centre de dos



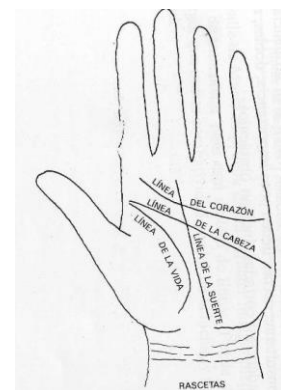
centímetres de diàmetre. La persona que realitza la prova ha d'agafar el full amb les dos mans i mirar a un punt de referència. Amb els braços estesos en direcció a l'objecte, ha de mirar a través de l'orifici del paper amb els dos ulls oberts fins a localitzar l'objecte. Després d'això, i sense tancar cap ull, ha d'acostar-se el paper cap a la cara, sense deixar de veure l'objecte. Llavors s'observa com condueix el forat del paper cap a un ull determinat i aquest és l'anomenat "ull director o dominant".

4.1.3. Simetria facial

La simetria facial fa referència a la simetria bilateral de la cara. Les característiques bàsiques que formen la meitat d'una cara (ull, boca, nas i cella) estan disposades simètricament en el costat oposat de la cara, de manera que, si es divideixen, cada costat seria una meitat idèntica a l'altre. Per tant, la simetria d'un rostre humà ve definida per una línia de punts al centre de la cara, on tant el costat dret com l'esquerra de la cara, quan més simètrics són, més semblats són, com les imatges d'un mirall.

4.1.4. Línies de les mans

Les palmes de les mans estan formades per una sèrie de línies amb diferents formes, i són les bases per llegir les mans. Una part d'aquestes línies és hereditària, és a dir, que està determinada pels gens, i l'altre part està determinada pels factors ambientals possibles. Principalment, la mà està composta per tres línies: la línia de la vida, la línia del cap i la línia del cor.



4.1.5. Cal·ligrafia

La cal·ligrafia és la forma en què un ésser humà escriu. És un caràcter adquirit al llarg de la vida, per tant no està determinat pels gens, és a dir, la forma d'escriure d'una persona es caracteritza segons l'ambient que ha viscut. Per tant, la cal·ligrafia no és hereditària, ja que depèn de molts factors ambientals durant la etapa d'aprenentatge. Aquestes factors poden ser l'edat neurològica, la maduració, la forma d'ensenyar, entre d'altres. Per altre banda, un individu, al llarg del temps, pot variar la seva cal·ligrafia per perfeccionar-la, o bé a causa d'una malaltia, etc. A més, existeix la grafologia, que és anàlisi de l'escriptura per identificar la personalitat d'un individu.

En resum, la cal·ligrafia està més lligada a la personalitat de cada individu; per això, tot i ser un caràcter no heretat, pot ser que la cal·ligrafia d'un bessó s'assembli a de l'altre bessó.

4.1.6. Remolins del cabell

Els remolins del cabell són porcions de cabell que creixen en sentit contrari de la resta. Normalment es troben en el cap dels humans, però també poden aparèixer en diferents parts del cos. Hi ha diferents tipus de remolins. Els més comuns són els que van en el sentit de les agulles del rellotge, i el 10% són en sentit contrari; també podem trobar els dobles remolins, o bé no trobar-ne cap. A més, hi ha persones que els tenen molt marcats i altres que no tan. Segons molts estudis, la quantitat i la forma dels remolins venen determinats per la genètica, ja que el cabell es forma durant el desenvolupament del fetus embrionari. El cervell i la pell es formen al mateix temps, per tant, la formació del cabell i l'espai de la membrana del cervell procedeixen de la mateixa estructura embriològica. És per això que hi ha molts estudis que diuen que els remolins estan relacionats amb el cervell, com ara que n'hi ha que afirmen que la gran quantitat de remolins indiquen un possible problema de hiperactivitat. Altres estudis indiquen que, segons l'orientació dels remolins, un individu serà dretà o esquerrà.

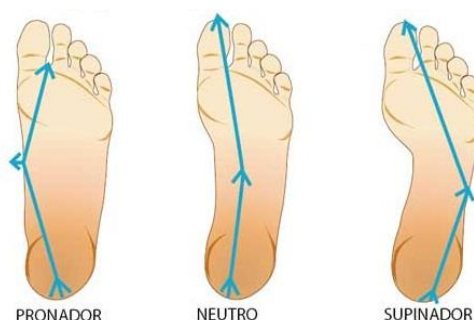
4.1.7. Mesures físiques

Les mesures físiques que es prenen en els bessons univitel·lins són l'altura, el pes i la llargada del peu. Aquestes mesures, principalment, venen determinades pels factors ambientals, com ara que el pes d'una persona varia durant el dia segons la quantitat de menjar que pren. Tanmateix, els gens determinen la constitució que pot tenir un individu, per tant, normalment, els bessons univitel·lins tenen aproximadament les mateixes mesures físiques.

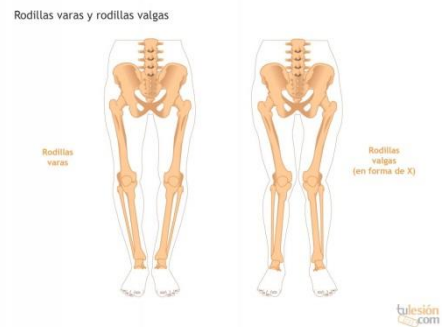
4.1.8. Forma de peus, turmells i genolls

La forma de la planta del peu de cada persona determina el moviment que produeix, el peu, al caminar. Existeixen tres possibles formes del peu:

- Neutra: Els neutres són les persones que tenen els peus i els turmells alienats verticalment; l'arc del peu no és tan pla com el del pronador. Aquest tipus de peus són els més comuns.
- Pronació: Els pronadors són les persones que solen ajuntar els genolls o que tenen els peus plans, per tant tendeixen a caminar fent un gir natural del peu cap a dins a causa de l'arc col·lapsat. Aquest tipus de peu, normalment, produeix un gran esforç a les cames i als genolls.
- Supinació: Els supinadors són persones que acostumen a trepitjar de forma especial tota la part davantera externa del peu, ja que tenen un gran pon. Per tant, el peu és rígid i no gira cap a dintre. Aquest tipus de peu provoca una reducció de l'absorció de l'impacte i, si és molt excessiu, pot generar problemes en els genolls i en els turmells.





Per altra banda, la manera en què el peu trepitja el terra té conseqüències en la formació dels genolls i turmells, és a dir, el turmell i el genoll tenen una forma o una altre segons el tipus de peu (neutre, pronació o supinació). Per tant, els “pronadors” tendiran a tenir els turmells cap a fora (es separen) i els genolls, anomenats genolls valgs, tendiran a tocar-se. En canvi els “supinadors” tendiran a tenir els turmells cap a dins (es toquen) i els genolls, anomenats genolls vars, tendiran a estar separades entre si.



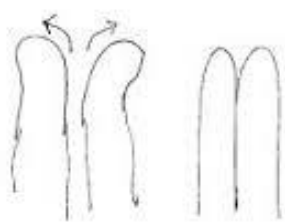
4.1.9. Habilitats i formes dels dits

- Hiperlaxitud: La hiperlaxitud és la gran flexibilitat de les articulacions, músculs i tendons de les persones. Aquesta característica fa que certes persones puguin arribar-se a doblegar més, i per tant dóna a l'individu unes habilitats. Normalment la hiperlaxitud està relacionada amb les mans i els dits, com ara:

Doblec del dit de més de 45 graus.	Tocar i alinear el polze amb l'avantbraç.

Extensió passiva d'un dit a més de 90 graus.	Doblec de la mà cap enrere.
	

- Forma : hi ha una probabilitat genètica de què els dits siguin corbats, és a dir, hi ha persones que presenten el dit lleugerament torçat, com ara el dit índex que, junt amb el dit del cor, es troba corbat, i altres que tenen els dits rectes.



Per tant, tan la hiperlaxitud com les formes dels dits són principalment determinats pels gens, tot i que la flexibilitat es pot millorar o empitjorar al llarg de la vida, és a dir, els factors ambientals també contribueixen en la formació dels dits.

4.1.10. Forma de l'orella

La forma de lòbul de l'orella és un caràcter hereditari, ja que a partir del gens assolits dels respectius pares, es determinen les característiques que tindrà el lòbul, i per tant, segons les lleis de Mendel, un dels dos gens serà dominant i l'altre recessiu. La forma de lòbul pot ser de dues formes: lòbul separat de la galta i lòbul enganxat lateralment a la galta. S'ha observat que el gen dominant és lòbul de l'orella lliure i l'altre és el recessiu.



4.1.11. Plec de la llengua

Algunes persones poden doblegar la llengua en forma de U i altres no. La explicació directa d'aquest fenomen és que existeix un gen dominant que permet fer aquesta acció, i un altre recessiu que ho impedeix. Durant molt de temps s'ha cregut que aquesta característica venia



determinada per la genètica, però els últims estudis qüestionen aquesta idea, ja que s'ha observat que hi ha bessons univitel·lins que no tenen la habilitat de enrotllar la llengua, quan en teoria si els dos bessons tenen el mateix ADN haurien de poder enrotllar la llengua tots dos.

Un altre observació que han fet els científics és que hi ha individus que en principi no saben enrotllar la llengua, però durant al llarg del temps aprenen a fer-ho, per tant no és un fenomen que es pugui explicar només amb la genètica.

No hi ha dubte que aquestes diferències fenotípiques venen determinades pel funcionament genètic. Hi ha algunes hipòtesis que suggereixen que hi ha altres gens que actuen simultàniament, o bé que les influències dels factors ambientals també tenen un paper important en l'adquisició d'aquesta habilitat. Pel que sembla, la posició més encertada és entendre el fenomen com una relació entre la dotació genètica particular i els factors externs influents.

4.1.12. Línia frontal del cap

La línia frontal del cap és una altra característica heretable en què es determina si la persona tindrà una línia contínua o una línia en forma de pic. El gen que regula aquest caràcter és la presència del “pic vídua” (gen dominant) i l’absència del “pic vídua” (gen recessiu). Actualment es creu que aquesta característica ve determinada per un sol gen (herència monogènica), i no per més d’un gen (herència poligènica).



4.1.13. Color dels ulls

El color dels ulls és un caràcter fenotípic determinat per la quantitat i el tipus de pigment de l'iris.

Existeixen tres elements principals a l'iris que contribueixen al seu color: el contingut de melanina de l'epiteli pigmentari, el contingut de melanina dins del teixit connectiu de l'iris i la densitat cel·lular d'aquest teixit. Per tant, els diferents colors venen determinats per les diferents quantitats de melanina.

Per altra banda, el color dels ulls pot canviar. Sovint els nadons tenen una quantitat mínima de melanina a la part anterior de l'iris, i a mesura que l'ull s'exposa a la llum del sol, els melanòcits de l'iris comencen a produir melanina, i el color d'ulls comença a canviar cap a la seva coloració adulta.

El color d'ulls és un caràcter hereditari influenciat per diversos gens, en el qual el gen recessiu, representat amb la lletra minúscula *r*, és el color clar, i el gen dominant, representat amb un *D* majúscula, equival el color fosc.

La pigmentació de l'iris es divideix, principalment, en 6 colors:

- Marró: Els ulls de color marró o castany contenen grans quantitats de melanina a la part anterior de l'iris, que serveixen per a absorbir grans quantitats de llum. A més, és el fenotip més comú per al color d'ulls en els éssers humans. Estudis realitzats a

l'Institut Universitari de Genètica i Bioquímica Mèdica del Centre Danès d'Investigació del Genoma, van descobrir que aquests ulls estan genèticament relacionats amb el polimorfisme D15S165, acompanyats dels marcadors D15S156 i D15S144, tots ells ubicats en el cromosoma 15.

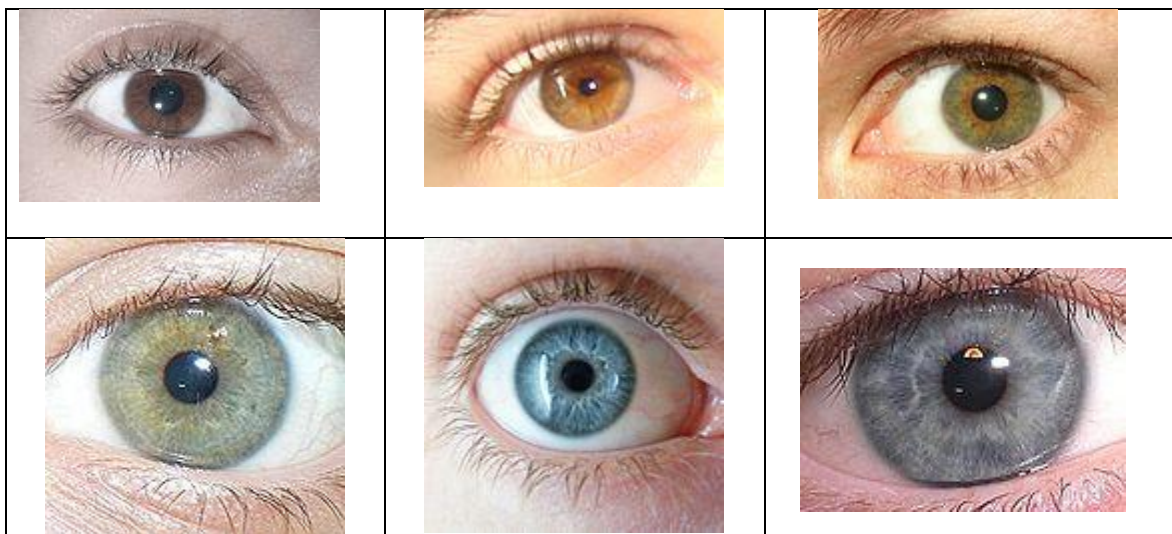
-Ambre: Els ulls de color ambre són d'un to que pot anar del groguenc al vermellós daurat i de tint rogenc. El pigment responsable d'aquesta coloració és el lipocrom (pigment Fusco). No s'ha trobat encara explicació genètica.

-Avellana: Els ulls de color avellana són d'un to intermedi entre el marró i el verd. Així mateix poden contenir sectors on el marró, el ambre o el verd es presentin nítidament. Des del punt de vista genètic tampoc està clara una explicació per a aquest fet.

-Verd: Els ulls de color verd són una barreja entre els tons marró i blau o gris. Els gens involucrats en aquest efecte són EYCL1 (al·lel dominant) i EYCL3 (al·lel recessiu).

-Blau: Els ulls de color blau contenen baixes quantitats de melanina a la part interior de l'iris. Genèticament és la conjugació dels al·lells recessius dels gens EYCL1 i EYCL3. Els ulls blaus són un tret recessiu.

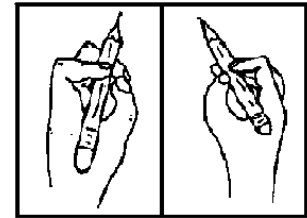
-Gris: El color gris és un tret recessiu, i encara se'n desconeixen els factors que comporten que l'iris adquireixi aquesta coloració grisa.



4.1.14. Peu i mà dominants

Es diferencien dos tipus de dominàncies; entre d'altres, la dominància manual i la dominància podal.

Dominància manual: és la mà principal del cos, la que s'utilitza amb major facilitat alhora d'escriure o agafar objectes. Per tant, la mà dominant és aquella que s'utilitza primer per fer qualsevol acció.



Dominància podal: és el peu principal del cos, el que s'utilitza per xutar una pilota, o bé per mantenir-se en peu amb un sola cama. Per tant, el peu dominant és aquell peu que s'utilitza primer per fer qualsevol acció.

El fet de que un individu sigui dretà o esquerrà depèn de molts factors, entre els quals es troben la informació genètica, la influència de l'entorn cultural, l'educació i l'aprenentatge rebuts. Alguns estudis apunten que la possibilitat de tenir un fill esquerrà, sent ambdós progenitors dretans, és d'un 9,5%, augmentant aquesta xifra al 26% si els dos pares són esquerrans. També estan implicats la influència de factors ambientals o socials. Per exemple, si des de petit un nen és orientat a escriure amb la mà dreta o a agafar els objectes amb aquesta mà, serà més probable que sigui dretà.

4.2. Pràctiques

4.2.1. Enquestes dels bessons univitel·lins

ENQUESTA nº 1. Anna i Alba

Són bessons/es univitel·lins per un embaràs natural o per un tractament de fertilitat?

☒ Embaràs natural

☐ Tractament de fertilitat

Quin va ser el tipus de gestació dels bessons?

☐ Dicorial i diamniòtic

☐ monocorial i diamniòtic

☒ monocorial i monoamniòtic

Qui va néixer primer/a? I qui va néixer segon/a?

1r Bessó/na: Anna

2n Bessó/na: Alba

Dades del primer bessó/na

Nom: Anna

Edat: 3

Data i hora del naixement: 15/06/11

17 h de la tarda

Sexe: ☐ Home

☒ Dona

Tipus de sang: A+

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...) ☐ Sí ☒ No

- Quin/s? _____

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Té un trau al cap.](#)

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s?_____

Dades del segon bessó/na

Nom: [Alba](#)

Edat:[3](#)

Data i hora del naixement: [15/06/11](#)

[17 h](#) de la tarda

Sexe:

☐

Home

☒

Dona

Tipus de sang: [A+](#)

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...)

☐ Sí

☒ No

- Quin/s?_____

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui?_____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Reconstrucció del dit índex esquerra.](#)

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...) ☐ Sí ☒ No

-Quin/s? _____

- Altres: [L'Alba té una taca mongòlica al cul.](#)

Dades d'ambdós bessons/es:

Els hi van créixer les dents aproximadament en el mateix temps? ☒ Sí ☐ No

Durant l'etapa de pubertat, han tingut la mateixa quantitat de grans, acnes...? ☐ Sí ☐ No

Els hi va venir la menstruació en la mateixa època? ☐ Sí ☐ No

Normalment coincideixen amb els dies de la menstruació? ☐ Sí ☐ No

En cas de tenir la menopausa, els hi va sorgir durant el mateix període de temps? ☐ Sí ☐ No

Si tenen canes o el cabell blanc, els hi va sortir a la vegada? ☐ Sí ☐ No

Comparteixen alguna afició? (els hi agrada l'esport,...)

☐ Sí ☒ No

-Quin/s? _____

Tenen una mateixa habilitat o una característica que els defineixi o alguna dificultat comuna? (són flexibles, tenen dificultats amb els idiomes, tenen traça amb la música...)

☒ Sí ☐ No

-Quin/s? [Les dues es xuclen el mateix dit des del mateix dia.](#)

Altres: [L'Alba i l'Anna són dues bessones monozigòtiques que tan sols tenen 3 anys, per això tan l'aspecte psicològic com el físic són força semblants, ja que els factors ambientals no han tingut l'ocasió d'actuar molt, encara. No obstant, presenten](#)

diferències principalment físiques, com ara l'Alba té una taca mongòlica al cul o l'Anna té un trauc al cap, entre altres. Per altra banda, les seves personalitats encara no estan del tot definides, però, tot i així, comparteixen moltes actituds i característiques, com ara que les dues es xuclen el dit des del mateix dia. Per tant, són bessones pràcticament molt semblants, però no del tot, i això les fa ser dues persones úniques.

ENQUESTA nº 2. Oleguer i Albert

Són bessons/es univitel·lins per un embaràs natural o per un tractament de fertilitat?

☒ Embaràs natural

☐ Tractament de fertilitat

Quin va ser el tipus de gestació dels bessons?

☐ Dicorial i diamniòtic

☒ monocorial i diamniòtic

☐ monocorial i monoamniòtic

Qui va néixer primer/a? I qui va néixer segon/a?

1r Bessó/na: **Oleguer**

2n Bessó/na: **Albert**

Dades del primer bessó/na

Nom: **Oleguer**

Edat: **14**

Data i hora del naixement: **8 /03 /2000**

12 h del matí

Sexe: ☒ Home

☐ Dona

Tipus de sang: **A+**

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...) ☐ Sí ☒ No

- Quin/s? _____

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☐ Sí

☒ No

- Quin/s? _____

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades del segon bessó/na

Nom: **Albert**

Edat: **14**

Data i hora del naixement: **8 /03 /2000**

12 h del matí

Sexe:

☒

Home

☐

Dona

Tipus de sang: **A+**

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...)

☐ Sí

☒

No

- Quin/s? _____

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

- Pren alguna medicació?

☐ Sí

☒ No

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☐ Sí

☒ No

- Quin/s? _____

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades d'ambdós bessons/es:

Els hi van créixer les dents aproximadament en el mateix temps? ☒ Sí ☐ No

Durant l'etapa de pubertat, han tingut la mateixa quantitat de grans, acnes...? ☒ Sí ☐ No

Els hi va venir la menstruació en la mateixa època? ☐ Sí ☐ No

Normalment coincideixen amb els dies de la menstruació? ☐ Sí ☐ No

En cas de tenir la menopausa, els hi va sorgir durant el mateix període de temps? ☐ Sí ☐ No

Si tenen canes o el cabell blanc, els hi va sortir a la vegada? ☐ Sí ☐ No

Comparteixen alguna afició? (els hi agrada l'esport,...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Els dos bessons els hi agrada molt el futbol.

Tenen una mateixa habilitat o una característica que els defineixi o alguna dificultat comuna? (són flexibles, tenen dificultats amb els idiomes, tenen traça amb la música...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Els dos comparteixen un mateixa dificultat, són molt pocs flexibles. No obstant, l'Albert és una mica més flexible que l'Oleguer.

Altres: En resum, els dos bessons són psicològicament bastant iguals, ja que tenen caràcters semblants, mateixos gestos, mateixes amistats i gustos semblants, tot i que cada un té les seves coses, ja que no deixen de ser dos persones completament diferents. Tanmateix, en el parell de bessons sempre hi ha un que predomina sobre l'altre, en aquest cas és l'Albert, ja que té la iniciativa. Per altre banda, són bessons

molt units, que es porten força bé i s'accepten mútuament, però s'adonen que, tot i ser molt semblants, tenen pensaments diferents, que són únics.

ENQUESTA nº 3. Alba i Laia

Són bessons/es univitel·lins per un embaràs natural o per un tractament de fertilitat?

☒ Embaràs natural

☐ Tractament de fertilitat

Quin va ser el tipus de gestació dels bessons?

☐ Dicorial i diamniòtic

☒ monocorial i diamniòtic

☐ monocorial i monoamniòtic

Qui va néixer primer/a? I qui va néixer segon/a?

1r Bessó/na: **Alba**

2n Bessó/na: **Laia**

Dades del primer bessó/na

Nom: **Alba**

Edat: **18**

Data i hora del naixement: **9 /02 /1996**

12 h del matí

Sexe: ☐ Home

☒ Dona

Tipus de sang: **A+**

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...) ☒ Sí ☐ No

- Quin/s? **Miopia (0'75) i faringitis crònica a causa d'una separació de les dents.**

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Petit trau al cap.](#)

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades del segon bessó/na

Nom: [Laia](#)

Edat: [18](#)

Data i hora del naixement: [9 /02 /1996](#)

[12](#) h del matí

Sexe: ☐ Home

☒ Dona

Tipus de sang: [A+](#)

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Astigmatisme \(1'5\) + Miopia \(0'75\).](#)

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☐ Sí

☒ No

- Quin/s? _____

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades d'ambdós bessons/es:

Els hi van créixer les dents aproximadament en el mateix temps? ☒ Sí ☐ No

Durant l'etapa de pubertat, han tingut la mateixa quantitat de grans, acnes...? ☒ Sí ☐ No

Els hi va venir la menstruació en la mateixa època? ☐ Sí ☒ No

Normalment coincideixen amb els dies de la menstruació? ☐ Sí ☒ No

En cas de tenir la menopausa, els hi va sorgir durant el mateix període de temps? ☐ Sí ☐ No

Si tenen canes o el cabell blanc, els hi va sortir a la vegada? ☐ Sí ☐ No

Comparteixen alguna afició? (els hi agrada l'esport,...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Les dues comparteixen casi totes les mateixes aficions com ara la música i la ciència.

Tenen una mateixa habilitat o una característica que els defineixi o alguna dificultat comuna? (són flexibles, tenen dificultats amb els idiomes, tenen traça amb la música...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Les dues tenen les mateixes habilitats, característiques i dificultats que les defineixen, com ara que són poc flexibles i molt intel·ligents.

Altres: En general les dues, psicològicament, són molt iguals, ja que comparteixen fins i tot la mateixa personalitat. A més, confirmen que tenen telepatia, és a dir, que sense que cap hagi dit res a l'altre de com se sent (per exemple, trista), ja ho saben; també més d'un cop han pensat el mateix, ja que han dit la mateixa paraula a l'uníson. Tanmateix, hi ha petites diferències que les fan ser úniques, com ara que l'Alba té més oïda per la música. Per tant, la Laia i l'Alba són dues bessones molt iguals, tant

físicament com psicològicament, però són dues persones completament diferents, que es diferencien per petits trets, però importants.

ENQUESTA nº 4. Cinta i Joana

Són bessons/es univitel·lins per un embaràs natural o per un tractament de fertilitat?

☒ Embaràs natural

☐ Tractament de fertilitat

Quin va ser el tipus de gestació dels bessons?

☐ Dicorial i diamniòtic

☒ monocorial i diamniòtic

☐ monocorial i monoamniòtic

Qui va néixer primer/a? I qui va néixer segon/a?

1r Bessó/na: **Cinta**

2n Bessó/na: **Joana**

Dades del primer bessó/na

Nom: **Cinta**

Edat: **18**

Data i hora del naixement: **20 /07 /1996**

12 h del matí

Sexe: ☐ Home

☒ Dona

Tipus de sang: **0+**

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...) ☒ Sí ☐ No

- Quin/s? **Pell atòpica, Miopia (2'75 ull esquerra i 1,75 ull dret) i Astigmatisme (0,25 ull esquerra i 0,5 ull dret).**

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Cremada de 3r grau en la cuixa dreta.](#)

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades del segon bessó/na

Nom: [Joana](#)

Edat: [18](#)

Data i hora del naixement: [20 /07 /1996](#)

[12 h](#) del matí

Sexe:

☐

Home

☒

Dona

Tipus de sang: [0+](#)

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...)

☒

Sí

☐

No

- Quin/s? [Miopia \(3,5 ull esquerra i 4,75 ull dret\).](#)

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [Li van operar dels escarnots.](#)

Fuma diàriament?

☐ Sí

☒ No

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? **Es mossega les ungles.**

Dades d'ambdós bessons/es:

Els hi van créixer les dents aproximadament en el mateix temps? ☒ Sí ☐ No

Durant l'etapa de pubertat, han tingut la mateixa quantitat de grans, acnes...? ☐ Sí ☒ No

La Joana els va desenvolupar abans que la Cinta. Es creu que la causa d'aquest fet és per la cremada de la Cinta.

Els hi va venir la menstruació en la mateixa època? ☐ Sí ☒ No

A la Joana li va venir 8 mesos abans que a la Cinta.

Normalment coincideixen amb els dies de la menstruació? ☒ Sí ☐ No

En cas de tenir la menopausa, els hi va sorgir durant el mateix període de temps? ☐ Sí ☐ No

Si tenen canes o el cabell blanc, els hi va sortir a la vegada? ☐ Sí ☐ No

Comparteixen alguna afició? (els hi agrada l'esport,...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? **A les dues bessones els hi agrada la música.**

Tenen una mateixa habilitat o una característica que els defineixi o alguna dificultat comuna? (són flexibles, tenen dificultats amb els idiomes, tenen traça amb la música...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? **Les dues tenen les mateixes habilitats, característiques i dificultats que les defineixen, com ara que són poc puntuals.**

Altres: La Cinta i la Joana són dues bessones univitel·lines que tenen actituds diferents, però també en tenen de similars, com ara que les dues tenen gustos molt semblants. És a dir, els hi agrada pràcticament el mateix, a l'escola tenen notes molts semblants,

habilitats i dificultats semblants, entre d'altres. Tanmateix, la Cinta es decanta més per la ciència, i en canvi la Joana per l'humanístic, però tot i així, les dues accepten que els hi agraden ambdós temes. Es creu que han escollit diferents temes per diferenciar-se més encara, ja que elles saben que, tot i tenir els mateixos gens, són diferents. Per aquesta raó també tenen diferents amistats, és a dir, es relacionen amb diferents persones. Per tant, són dues bessones que entre elles s'estimen molt i tenen moltes similituds, però que es diferencien amb aspectes bastant importants, ja que són úniques.

ENQUESTA nº 5. Maiquelin i Maidelin

Són bessons/es univitel·lins per un embaràs natural o per un tractament de fertilitat?

☒ Embaràs natural

☐ Tractament de fertilitat

Quin va ser el tipus de gestació dels bessons?

☐ Dicorial i diamniòtic

☐ monocorial i diamniòtic

☒ monocorial i monoamniòtic

Qui va néixer primer/a? I qui va néixer segon/a?

1r Bessó/na: [Maiquelin](#)

2n Bessó/na: [Maidelin](#)

Dades del primer bessó/na

Nom: [Maiquelin](#)

Edat: [26](#)

Data i hora del naixement: [27/09/88](#)

[9](#) h del matí

Sexe: ☐ Home

☒ Dona

Tipus de sang: [B+](#)

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...) ☒ Sí ☐ No

- Quin/s? [Miopia, astigmatisme, migranya i asmàtica fins els 7 anys.](#)

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☒ Sí

☐ No

- Quin/s? [La van operar per estrabisme.](#)

Fuma diàriament?

☒ Sí

☐ No

[Fuma des dels 19 anys.](#)

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...)

☐ Sí

☒ No

-Quin/s? _____

Dades del segon bessó/na

Nom: [Maidelin](#)

Edat: [26](#)

Data i hora del naixement: [27/09/88](#)

[9 h del matí](#)

Sexe:

☐

Home

☒

Dona

Tipus de sang: [B+](#)

Pateix alguna malaltia, al·lèrgia o problema visual? (problemes òptics o d'oïda, problemes d'ossos, asmàtic, migranya, pell atòpica, anèmia...)

☒

Sí

☐

No

- Quin/s? [Miopia, astigmatisme, migranya i asmàtica fins els 7 anys.](#)

- Algú de la seva família comparteix aquesta malaltia, al·lèrgia o problema?

☐ Sí

☒ No

- Qui? _____

Ha patit algun accident o l'han operat algun cop? (reconstruccions, traus, extracció d'amígdals, deformacions en l'aspecte físic, trencament d'ossos, cremades...)

☐ Sí

☒ No

- Quin/s?

Fuma diàriament?

☒ Sí

☐ No

Fuma des dels 20 anys.

Té alguna mania? (mossegar-se les ungles, manies de neteja,...) ☐ Sí ☒ No

-Quin/s? _____

Dades d'ambdós bessons/es:

Els hi van créixer les dents aproximadament en el mateix temps? ☒ Sí ☐ No

Durant l'etapa de pubertat, han tingut la mateixa quantitat de grans, acnes...? ☒ Sí ☐ No

Els hi va venir la menstruació en la mateixa època? ☐ Sí ☒ No

A la primera bessona li va venir la menstruació als 12 anys, i en canvi, a la segona bessona li va venir als 9 anys.

Normalment coincideixen amb els dies de la menstruació? ☐ Sí ☒ No

Actualment no coincideixen amb els dies de la menstruació, però abans de separar-se si que hi coincidien.

En cas de tenir la menopausa, els hi va sorgir durant el mateix període de temps? ☐ Sí ☐ No

Si tenen canes o el cabell blanc, els hi va sortir a la vegada? ☐ Sí ☐ No

Comparteixen alguna afició? (els hi agrada l'esport,...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Ambdues bessones els hi encanta escoltar la mateixa música per desconnectar.

Tenen una mateixa habilitat o una característica que els defineixi o alguna dificultat comuna? (són flexibles, tenen dificultats amb els idiomes, tenen traça amb la música...)

☒ Sí

☐ No

-Quin/s? Les dues tenen grans dificultats per estudiar.

Altres: La Maiquelin i la Maidelin són dues bessones cubanes que es defineixen com dues persones diferents, però que tenen la mateixa forma de sentir les emocions. Les dues, des de ben petites, han estat molt unides i per això, quan tenien 15 anys, eren “idèntiques”; tanmateix sempre ha existit una diferència d’actituds entre elles, ja que la Maiquelin ha sigut sempre més extravertida i oberta, i en canvi la Maidelin ha estat més tímida, però més centrada. Per altre banda, la Maiquelin, amb 18 anys, va decidir fer un canvi radical, que va marcar grans diferències entre ambdues bessones: es va casar i va marxar a viure a Castella. D’ençà, cada una ha seguit la seva vida amb ambients força diferents, tot i així han tingut una continua comunicació (es truquen 3 cops al dia), ja que, tal i com diuen elles, una no pot viure sense l’altre. Curiosament, les dues bessones tenen dos tatuatges en el mateix peu i amb la mateixa ideologia, és a dir, que són dedicats a la família, però els tatuatges es van fer sense que cap de les dues ho comunicés a l’altra. Per tant, tot i les diferències físiques i la separació soferta, continuen mantenint una semblança molt important.

4.2.2. Resultats de les proves biomètriques

PRÀCTICA nº 1. Anna i Alba

	1r bessó: Anna			2n bessó: Alba		
1. empremta dactilar	Pràctica anul·lada a causa de l'edat de les bessones					
2. Ull director	Dret			Dret		
	1/1 = 100%					
3. Simetria facial	De 10 fotografies, 9 tenen una similitud i 1 és força diferent Per tant: 9/10 = 90%					
4. Línies de les mans	Mà dreta (Anna i Alba)	De 4 línies, tres són diferents i l'altre és semblant		Mà esquerra (Anna i Alba)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos són iguals	
	De 8 línies en total en coincideixen 3 per tant: 3/8 = 38%					
5. Cal·ligrafia	Pràctica anul·lada a causa de l'edat de les bessones					
6. Remolins del cabell	Té un remoli al centre esquerra			Té un remoli al centre dret		
	Les dues tenen un remoli, però no coincideixen, per tant: 0,5/1 = 50%					
7. Mesures i formes físiques	Altura	Pes	Llargada del peu	Altura	Pes	Llargada del peu
	95cm	15 Kg	16 cm	94,5cm	14,5kg	15,5 cm
	124,5/126 = 99%					
8. Forma de peus, turmells i genolls	Peu	Turmell	Genoll	Peu	Turmell	Genoll
	Pronador	Forma de Λ	Vars	Pronador	Forma de Λ	Vars
	3/3 = 100%					
9. Habilitats i formes dels dits	Polze + Avantbraç		SI	Polze + Avantbraç		SI
	Extensió del dit índex		SI	Extensió del dit índex		SI

	Inclinació dit polze	SI	Inclinació dit polze	SI
	Dits + Avantbraç	SI	Dits + Avantbraç	SI
	Forma dits	Rectes	Forma dits	Rectes
	5/5 = 100%			
10. Forma de l'orella	Lòbul desenganxat		Lòbul desenganxat	
	1/1 = 100%			
11. Plec de la llengua	No doblec de la llengua		No doblec de la llengua	
	1/1 = 100%			
12. Línia frontal del cap	No té l'entrada de pic vídua		No té l'entrada de pic vídua	
	1/1 = 100%			
13. Color dels ulls	Marrons foscos		Marrons foscos	
	1/1 = 100%			
14. Peu i mà dominants	Peu dominant	Mà dominant	Peu dominant	Mà dominant
	Dret	Dret	Dret	Dret
	2/2 = 100%			
TOTAL → 10,77/12 = 90%				

PRÀCTICA nº 2. Oleguer i Albert

	Oleguer			Albert		
1. empremta dactilar	Mà dreta			Mà dreta		
	Polze	12		Polze	12	
	Índex	9		Índex	5	
	Cor	8		Cor	8	
	Anular	8		Anular	8	
	Menovell	8		Menovell	8	
	Mà esquerra			Mà esquerra		
	Polze	11		Polze	11	
	Índex	7		Índex	8	
	Cor	7		Cor	7	
	Anular	7		Anular	7	
	Menovell	7		Menovell	7	
	De 10 dits, coincideixen en 8, per tant: 8/10 = 80%					
	2. Ull director	Dret			Dret	
1/1 = 100%						
3. Simetria facial	De 10 fotografies, 7 tenen una similitud, 2 són semblants entre elles, però diferents amb la resta i 1 molt diferent. Per tant; 75/10 = 75%					
4. Línies de les mans	Mà dreta (Oleguer i Albert)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos força semblants		Mà esquerra (Oleguer i Albert)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos són iguals	
	De 8 línies en total en coincideixen 4, per tant: 4/8 = 50%					
5. Cal·ligrafia	Lletra més lligada i més petita			Lletra més de pal i més gran		
	70%					
6. Remolins del cabell	Té un remoli al centre esquerra			Té un remoli al centre dret		
	0,5/1 = 50%					
7. Mesures i formes físiques	Altura	Pes	Llargada del peu	Altura	Pes	Llargada del peu
	1,62 m	48,5 Kg	27 cm	1,65 m	49,5 Kg	27 cm

	77,12 /78,15 = 98%					
8. Forma de peus, turmells i genolls	Peu	Turmell	Genoll	Peu	Turmell	Genoll
	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre
	3/3 = 100%					
9. Habilitats i formes dels dits	Polze + Avantbraç	SI		Polze + Avantbraç	NO	
	Extensió del dit índex	NO		Extensió del dit índex	NO	
	Inclinació dit polze	SI		Inclinació dit polze	SI	
	Dits + Avantbraç	NO		Dits + Avantbraç	NO	
	Forma dits	Rectes		Forma dits	Rectes	
	4/5 = 80%					
10. Forma de l'orella	Lòbul desenganxat			Lòbul desenganxat		
	1/1 = 100%					
11. Plec de la llengua	No doblec de la llengua			No doblec de la llengua		
	1/1 = 100%					
12. Línia frontal del cap	No té l'entrada de pic vídua			No té l'entrada de pic vídua		
	1/1 = 100%					
13. Color dels ulls	Color marró			Color marró		
	1/1 = 100%					
14. Peu director	Peu dominant	Mà dominant		Peu dominant	Mà dominant	
	Dret	Dret		Dret	Dret	
	2/2 = 100%					
TOTAL → 12,03/14 = 86%						

PRÀCTICA nº 3. Alba i Laia

	Alba			Laia		
1. empremta dactilar	Mà dreta			Mà dreta		
	Polze	14		Polze	14	
	Índex	9		Índex	9+10	
	Cor	8		Cor	9	
	Anular	8		Anular	8	
	Menovell	8		Menovell	8	
	Mà esquerra			Mà esquerra		
	Polze	14		Polze	14	
	Índex	10		Índex	10	
	Cor	9		Cor	8	
	Anular	7		Anular	7	
	Menovell	7		Menovell	7	
	De 10 dits, coincideixen en 7, per tant: 7/10 = 70%					
	2. Ull director	Dret			Esquerra	
0/1 = 0%						
3. Simetria facial	De 10 fotografies, 7 tenen una similitud i les altres 3 són força diferents. Per tant: 7/10 = 70%					
4. Línies de les mans	Mà dreta (Alba i Laia)	De 4 línies, dos són diferents, una és semblant i l'altre és entremig		Mà esquerra (Alba i Laia)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos són iguals	
	De 8 línies en total en coincideixen 3,5, per tant: 3,5/8 = 43%					
5. Cal·ligrafia	Lletra més de pal			Lletra més lligada		
	80%					
6. Remolins del cabell	No té cap remoli			No té cap remoli		
	1/1 = 100%					
7. Mesures i formes físiques	Altura	Pes	Llargada del peu	Altura	Pes	Llargada del peu

	1,68 m	50 Kg	27 cm	1,685 m	52 Kg	27 cm
	78,68 / 80,685 = 97%					
8. Forma de peus, turmells i genolls	Peu	Turmell	Genoll	Peu	Turmell	Genoll
	Supinador	Forma de V	Valgs	Supinador	Forma de V	Valgs
	3/3 = 100%					
9. Habilitats i formes dels dits	Polze + Avantbraç		NO		Polze + Avantbraç	
	Extensió del dit índex		SI		Extensió del dit índex	
	Inclinació dit polze		SI		Inclinació dit polze	
	Dits + Avantbraç		NO		Dits + Avantbraç	
	Forma dits		Rectes		Forma dits	
	5/5 = 100%					
10. Forma de l'orella	Lòbul desenganxat			Lòbul desenganxat		
	1/1 = 100%					
11. Plec de la llengua	No doblec de la llengua			No doblec de la llengua		
	1/1 = 100%					
12. Línia frontal del cap	No té l'entrada de pic vídua			No té l'entrada de pic vídua		
	1/1 = 100%					
13. Color dels ulls	Verd amb tocs marrons			Verd amb tocs marrons		
	1/1 = 100%					
14. Peu i mà dominants	Peu dominant	Mà dominant	Peu dominant		Mà dominant	
	Dret	Dret	Dret		Dret i esquerra	
	0,5/1 = 50%					
TOTAL → 11,1/14 = 79%						

PRÀCTICA nº 4. Cinta i Joana

	Cinta			Joana		
1. empremta dactilar	Mà dreta			Mà dreta		
	Polze	8		Polze	8	
	Índex	1		Índex	1	
	Cor	3		Cor	2	
	Anular	8		Anular	3	
	Menovell	8		Menovell	8	
	Mà esquerra			Mà esquerra		
	Polze	7		Polze	7	
	Índex	3		Índex	3	
	Cor	6		Cor	6	
	Anular	11		Anular	2	
	Menovell	7		Menovell	7	
	De 10 dits, coincideixen en 7, per tant: 7/10 = 70%					
	2. Ull director	Esquerra			Esquerra	
1/1 = 100%						
3. Simetria facial	De 10 fotografies, 4 són diferents, però entre elles tenen una certa relació; la resta són força semblants. Per tant: 6/10 = 60%					
4. Línies de les mans	Mà dreta (Cinta i Joana)	Totes les línies són molt semblants		Mà esquerra (Cinta i Joana)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos són iguals	
	De 8 línies en total en coincideixen 6, per tant: 6/8 = 75%					
5. Cal·ligrafia	Lletra més de pal			Lletra més lligada		
	65%					
6. Remolins del cabell	No té cap remoli			No té cap remoli		
	1/1 = 100%					
7. Mesures i formes físiques	Altura	Pes	Llargada del peu	Altura	Pes	Llargada del peu
	1'65 m	56 Kg	24 cm	1'63 m	58 Kg	24 cm

	81,63 /83,65 = 97%					
8. Forma de peus, turmells i genolls	Peu	Turmell	Genoll	Peu	Turmell	Genoll
	Pronador	Forma de Λ	Vars	Pronador	Forma de Λ	Vars
	3/3 = 100%					
9. Habilitats i formes dels dits	Polze + Avantbraç		SI	Polze + Avantbraç		SI
	Extensió del dit índex		SI	Extensió del dit índex		SI
	Inclinació dit polze		SI	Inclinació dit polze		SI
	Dits + Avantbraç		NO	Dits + Avantbraç		SI
	Forma dits		Rectes	Forma dits		Rectes
	4/5 = 80%					
10. Forma de l'orella	Lòbul desenganxat			Lòbul desenganxat		
	1/1 = 100%					
11. Plec de la llengua	No doblec de la llengua			No doblec de la llengua		
	1/1 = 100%					
12. Línia frontal del cap	No té l'entrada de pic vídua			No té l'entrada de pic vídua		
	1/1 = 100%					
13. Color dels ulls	Marrons clars			Marrons clars		
	1/1 = 100%					
14. Peu i mà dominats	Peu dominant	Mà dominant		Peu dominant	Mà dominant	
	Dret i esquerra	Esquerra		Dret	Esquerra	
	0,5/1 = 50%					
TOTAL → 11,97/14 = 85%						

PRÀCTICA nº 5. Maiquelin i Maidelin

	Maiquelin			Maidelin		
1. empremta dactilar	Mà dreta			Mà dreta		
	Polze	17		Polze	8	
	Índex	14		Índex	14	
	Cor	8		Cor	8	
	Anular	15		Anular	15	
	Menovell	8		Menovell	8	
	Mà Esquerra			Mà esquerra		
	Polze	17		Polze	17	
	Índex	14		Índex	17	
	Cor	14		Cor	14	
	Anular	13		Anular	14	
	Menovell	7		Menovell	7	
	De 10 dits, coincideixen en 7, per tant: 7/10 = 70%					
	2. Ull director	Dret			Dret	
1/1 = 100%						
3. Simetria facial	De 10 fotografies, tres són força diferents i la resta bastant semblants, per tant: 7/10 = 70%					
4. Línies de les mans	Mà dreta (Maiquelin i Maidelin)	De 4 línies, dos són diferents i les altres dos són iguals		Mà esquerra (Maiquelin i Maidelin)	De 4 línies, una és diferent i les altres són iguals	
	De 8 línies en total en coincideixen 5, per tant: 5/8 = 62%					
5. Cal·ligrafia	Lletra més gran i més rodona			Lletra més petita i menys rodona		
	70%					
6. Remolins del cabell	Remolí al costat Esquerra			Remolí el costat dret		
	0,5/1 = 50%					
7. Mesures i formes físiques	Altura	Pes	Llargada del peu	Altura	Pes	Llargada del peu
	1,72 m	86 Kg	25'5 cm	1'70 m	106 Kg	26 cm
	113,2/133,72 = 84%					

8. Forma de peus, turmells i genolls	Peu	Turmell	Genoll	Peu	Turmell	Genoll
	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre	Neutre
	3/3 = 100%					
9. Habilitats i formes dels dits	Polze + Avantbraç	NO		Polze + Avantbraç	NO	
	Extensió del dit índex	NO		Extensió del dit índex	SI	
	Inclinació dit polze	NO		Inclinació dit polze	NO	
	Dits + Avantbraç	NO		Dits + Avantbraç	NO	
	Forma dits	Rectes		Forma dits	Rectes	
	4/5 = 80%					
10. Forma de l'orella	Lòbul desenganxat			Lòbul desenganxat		
	1/1 = 100%					
11. Plec de la llengua	Doblec de la llengua			Doblec de la llengua		
	1/1 = 100%					
12. Línia frontal del cap	No té l'entrada de pic de vídua			Té l'entrada de pic de vídua		
	0/1 = 0%					
13. Color dels ulls	Ulls de color ambre			Ulls de color ambre		
	1/1 = 100%					
14. Peu i mà dominats	Peu dominant	Mà dominant		Peu dominant	Mà dominant	
	Dret	Dret i esquerra		Dret	Esquerra	
	0,5/1 = 50%					
TOTAL → 10,36/14 = 74%						

5. CONCLUSIONS

Les conclusions es basen en els resultats de 5 parells de bessons que són una mostra estadísticament insuficient per poder afirmar res amb rotunditat. Per tant els resultats d'aquest estudi serien molt més fiables si s'hagués pogut disposar d'un nombre elevat de parelles de bessons.

A partir de la pregunta plantejada inicialment, "Sabent que els bessons univitel·lins són genotípicament idèntics, quines diferències fenotípiques degudes a l'ambient presentaran?", les conclusions es divideixen en dues parts: la primera tracta sobre els resultats de les proves biomètriques i la segona sobre tots els temes tractats al llarg de l'estudi.

1. Les conclusions de les proves biomètriques:

- **Empremtes dactilars:** La majoria dels bessons tenen un percentatge elevat de semblança en les empremtes dactilars. No obstant, tal i com mostren els resultats, puc afirmar que els gens no són els únics que intervenen en la formació de les empremtes dactilars, sinó que també intervenen factors ambientals que causen petites diferències. Els factors ambientals, en aquest cas, són causats probablement per l'ambient format dins de l'úter de la mare (els líquids que circulen, la posició, etc..), ja que les empremtes dactilars es formen durant el desenvolupament embrionari.

-**Ull director:** Tots els bessons, exceptuant les bessones Alba i Laia (pràctica 3), tenen els mateixos ulls directors. Per tant puc afirmar que l'ull director d'aquests bessons ha estat principalment influenciat pels seus gens i, en el cas que els factors ambientals hi hagin contribuït, aquests segurament han actuat de la mateixa manera. I en canvi, en les bessones Alba i Laia seria raonable pensar que els factors ambientals han contribuït en la formació d'aquesta característica fenotípica, creant diferents ulls directors.

-**Simetria facial:** Els resultats mostren que a mida que els bessons es van fent més grans, cada cop es troben més diferències facials entre ells, és a dir, cada cop s'assemblen menys. Tot i així, en general tenen rostres força similars; això sembla

indicar que els gens són els principals causants de la simetria facial. D'altra banda, les bessones Cinta i Joana són les que presenten més notables diferències entre elles, ja que la Joana té un petit problema a l'ull encara no identificat. Per tant, en aquest cas particular, puc afirmar que un factor ambiental ha causat aquest problema a l'ull de la Joana.

-Línies de les mans: En general, gairebé tots els bessons no tenen similituds respecte les línies de les mans. Per tant, sembla prou evident que les línies s'han format principalment per factors ambientals i que els gens les determinen poc.

- Cal·ligrafia: La majoria de bessons tenen similituds entre ells en la forma d'escriure, tot i que no sigui una característica hereditària, ja que depèn de molts factors ambientals durant l'etapa d'aprenentatge. Per això, els bessons presenten petites diferències en la cal·ligrafia. Normalment, la diferència és perquè la lletra d'un dels dos bessons és més lligada que la de l'altra.

-Remolins del cabell: Els resultats de la meitat dels bessons coincideixen al 100% en el fet de no tenir cap remolí, per tant els factors ambientals no es veuen reflectits en aquesta característica. En canvi, a l'altra meitat els resultats coincideixen al 50%, ja que aquests tenen el mateix nombre de remolins, però col·locats a diferents llocs. Per tant, puc assegurar que els factors ambientals han influenciat sobre aquesta característica fenotípica, creant les diferències.

-Mesures físiques: Pràcticament tots els bessons són gairebé iguals respecte l'altura, el pes i la llargada del peu. Les petites diferències entre ells poden ser causades per factors ambientals, principalment l'alimentació, ja que segons el tipus de dieta l'individu té unes mesures o unes altres. Les bessones Maiquelin i Maidelin (pràctica 5) tenen una notable diferència de pes (20kg), a causa de que la segona bessona recentment ha tingut un fill, que actua com a factor ambiental.

-Forma de peus, turmells i genolls: Tots els bessons tenen les mateixes formes, tant de peus com de turmells i genolls. Per tant, puc afirmar que és una característica determinada pels gens, i en el cas de que els factors ambientals hi contribueixin, aquests tenen un percentatge tan baix que no es visible a ull nu.

-Habilitats i formes dels dits: La meitat dels bessons coincideixen al 100 % en les habilitats i formes dels dits, per tant, puc afirmar que els factors ambientals possibles en aquests casos han actuat de la mateixa manera. D'altra banda, de l'altra meitat dels bessons que tenen diferències, sempre un dels dos és una mica més flexible que l'altre i, per tant, aquests resultats mostren que els factors ambientals, com ara l'entrenament de la flexibilitat, existeixen i poden ser els causants de les diferències entre els bessons univitel·lins.

-Forma de l'orella, plec de la llengua, línia frontal del cap, color d'ulls: Les quatre característiques són anomenades hereditàries, és a dir, que són determinades principalment pels gens, i com que els bessons provenen d'un mateix zigot, tenen els mateixos gens i, en conseqüència, la mateixa característica. No obstant, tot i que quatre parells d'aquests bessons mostren aquesta realitat, ja que coincideixen en el 100%, no sempre són els gens els que actuen per formar aquestes característiques fenotípiques, tal i com es mostra en la pràctica numero 5 (les bessones Maidelin i Maiquelin). Aquestes dues bessones tenen diferent la línia frontal del cap, ja que una té el pic de vídua i l'altra no. Potser s'expressen de manera diferent a causa de modificacions epigenètiques que, provocades també per factors ambientals, impedeixen la traducció d'un segment de l'ADN.

Per tant, tal i com es mostra en els resultats, puc afirmar que, tot i ser unes característiques hereditàries, no sempre els bessons poden presentar les mateixes característiques, ja que existeix la possibilitat de que els factors ambientals hi intervinguin.

-Peu i mà dominants: La meitat dels bessons tenen el mateix peu i mà dominants i, per tant, en aquests casos puc afirmar que els factors ambientals existents han actuat de la mateixa manera a cada bessó. En canvi, de l'altra meitat els resultats mostren que un parell de bessons tenen diferents peus dominants, i un altre parell tenen diferents mans dominants, ja que un dels dos bessons utilitza les dues mans per escriure/manipular. Així doncs, suposo que en aquests casos les diferències són causades pels factors ambientals que influeixen en la formació d'aquestes característiques.

2. Les conclusions sobre la teoria cercada, els resultats de les pràctiques i els resultats de les enquestes:

- Els bessons monozigòtics presenten, al néixer, el mateix genoma i el mateix epigenoma, però quan moren aquest varia.

- Les diferències fenotípiques entre els bessons univitel·lins són causats per factors ambientals (com el tabac, la dieta,...), però també per l'envelliment. Aquestes diferències fenotípiques poden existir en les estructures del genoma entre el parell de bessons. Per tant, amb els anys es va disminuint la semblança, van desenrotllant personalitats diferents, i inclús un dels dos bessons pot desenvolupar una malaltia i l'altre no (com l'Alzheimer).

- Els bessons que han estat menys temps junts o han viscut en diferents ambients, són els que tenen diferències més significatives.

- Els fetus dels dos bessons univitel·lins són del mateix sexe i, en aquest cas, predomina una mica més el sexe femení que el masculí.

Per tant, l'ésser humà és una barreja de gens i ambient. A l'hora de construir cada organisme, factors com la dieta, l'afecte familiar, el tabac, els estímuls intel·lectuals o la higiene, acaben pesant potser tant o més que l'estructura genètica amb què es neix, ja que els agents ambientals poden modificar l'expressió dels gens (fenotip) o bé, poden modificar les expressions dels gens estructurals (epigenètica). Per això, ni tan sols els clons, que tenen els mateixos gens, són en realitat iguals entre si; l'expressió de l'ADN i l'ADN, el de cadascun d'ells, han estat alterats per factors ambientals diferents.

6. DIFICULTATS/ DISCUSSIONS

La primera dificultat amb la que m'he trobat ha estat a l'hora d'escollir el contingut del meu treball de recerca, ja que em vaig centrar en temes força complicats i impossibles de fer. Les primeres idees giraven al voltant de l'ADN, una molècula informativa massa petita per poder-hi treballar, tenint en compte els meus recursos limitats. Els dies passaven i encara no estava del tot segura de què tractaria el meu treball; és per això que vaig optar a escoltar les opinions dels altres i, sense pensar-ho gaire, vaig triar un tema que em va inspirar la meva germana gran, mare de bessons univitel·lins. Al principi no estava molt segura del que feia, però tampoc tenia massa temps per pensar-hi, i vaig decidir engegar la meva recerca. Aquesta dificultat ha estat present durant tot el treball, ja que el tema sobre el que tracto és força innovador i complicat, per la qual cosa he hagut d'afrontar diverses adversitats. No obstant, el treball m'ha ajudat a aprendre a sintetitzar i a ordenar les informacions extretes de varies fonts, a més de que els resultats finals obtinguts han sigut satisfactoris. Per tant, al final puc dir que realment estic orgullosa de l'estudi que he tractat.

Una altra dificultat important que se'm va presentar durant el treball de recerca va ser la part experimental (proves biomètriques), ja que és un apartat on es requereix la col·laboració de bessons univitel·lins. Per tant, depenia exclusivament de la col·laboració d'aquests bessons. El problema va ser que amb dos parells de bessons en concret, i a causa d'una mala comunicació, no vaig poder quedar amb ells i realitzar-los les proves; així doncs, la part pràctica es va reduir inesperadament i no hi podia fer res. Per aquesta raó, al principi vaig quedar desconcertada buscant-hi una solució, però al final amb els 5 parells de bessons vaig poder arribar a les conclusions necessàries per completar el meu estudi.

En definitiva, he tingut dificultats importants, presents durant tot el meu estudi, i tanmateix, crec que gràcies a cadascun d'aquests problemes el meu treball de recerca és el que és.

7. BIBLIOGRAFIA

Part Teòrica

-Concepte de fenotip:

CUELLO I DOMÍNGUEZ, Josep i Antoni, (1990), *Àmbit Biologia*, ed. Barcanova, Barcelona.

SOLÉ, Teresa, (1991), *Enciclopèdia de Medicina i Salut*, ed. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

CABELLO,FALCÓ,LOPE i SOLÀ, Montserrat, Montserrat, Sílvia i Montserrat, (1999), *Biologia 2*, ed. Claret, Barcelona.

JIMENO, BALLESTEROS I UGEDO, Antonio, Manuel i Luis, (2004), *Biologia 2n Batxillerat*, ed. Santillana, Barcelona.

CAMPELL, MICHAEL I REECE, Neil A. , Lawrence G. i Jane B. , (1996), *Biology, concepts & connections*, ed. Benjamin Cummings, California.

Glossari, <http://ca.superglossary.com/>

- Bessons univitel·lins:

SOLÉ, Teresa, (1991), *Enciclopèdia de Medicina i Salut*, ed. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

GONZÁLEZ, Eugenio, (2000), *Psicología del ciclo vital*, ed. CCS, Madrid.

Dos miracles a la vegada, Juliol del 2014, <https://sites.google.com/site/dosmiraclesalavegada/home>

Somos múltiples, Juny del 2014, <http://www.somosmultiples.es/blog/colaboraciones/estare-embarazada-de-gemelos-o-de-mellizos/>

Somos múltiples, Juny del 2014, <http://www.somosmultiples.es/blog/2012/06/07/como-saber-si-son-gemelos-o-mellizos-tipos-de-embarazo-multiple-i-la-cigosidad/>

Somos múltiples, Juny del 2014, <http://www.somosmultiples.es/blog/2012/11/23/los-gemelos-identicos-victimas-de-sus-genes-o-producto-del-entorno/>

Somos múltiples, Juny del 2014, <http://www.somosmultiples.es/blog/2013/04/24/los-gemelos-tienen-una-personalidad-similar-y-los-mellizos-i/>

Somos múltiples, Juny del 2014, <http://www.somosmultiples.es/blog/2013/05/02/los-gemelos-tienen-una-personalidad-similar-y-los-mellizos-ii/>

Genetica i Medicina, Agost del 2014, <http://geneticamedicina.blogspot.com.es/2013/01/gemelos-nunca-identicos.html>

Science Learning Hub, Agost del 2014 <http://www.sciencelearn.org.nz/Contexts/Uniquely-Me/Science-Ideas-and-Concepts/Genotype-and-phenotype>

- L'epigenètica i els bessons univitel·lins

Consumer, Agost del 2014, http://www.consumer.es/web/es/salud/investigacion_medica/2007/11/13/171762.php

María Dolores Onchado, document de pdf: GENES Y COMPORTAMIENTO DE GÉNERO: AZAR O NECESIDAD ?

Alexandra Matiasa, Sara Silvaa, Yolanda Martinsa i Isaac Blicksteinb, Article original: Monozygotic twins: Ten reasons to be different.

Part Pràctica

- Empremta Dactilar:

Javier Gómez, *Doithink*, Abril del 2014, <http://www.dolthink.com/minucias-y-huellas-dactilares.html>

- Ull director:

Airshot Colombia, Agost del 2014 <http://airshotcolombia.com/index.php/2012-11-29-19-30-11/la-vision-en-el-tiro-y-el-ojo-dominante>

- Simetria facial:

Ehowenespanol, Abril del 2014 http://www.ehowenespanol.com/simetria-del-rostro-humano-sobre_263291/ <http://www.fotor.com/es/>

- Línies de les mans:

Naturo, Abril del 2014 <http://www.naturopatamasdeu.com/como-leer-las-lineas-de-la-mano/>

- Remolins del cabell:

El preguntón, Abril del 2014, <http://elpregunton.blogspot.com.es/2006/08/por-qu-y-cmo-se-forman-los-remolinos.html>

- Mides físiques:

Omelocotton, Abril del 2014, <http://www.omelocotton.com/moda/tipos-de-cuerpos-femeninos-descubre-que-tipo-de-ropa-te-sienta-mejor/>

- Forma dels peus, turmells i genolls :

Salud pasion, Abril del 2014, <http://saludpasion.com/eres-pronador-o-supinador/>

Wikipedia, Abril del 2014, <http://es.wikipedia.org/wiki/Pronaci%C3%B3n>

Recorrer Uruguay, Abril del 2014, <http://recorreruruguay.blogspot.com.es/2013/02/los-secretos-de-una-buena-pisada-para.html>

- Habilitats dits i forma:

Taringa!, Abril del 2014, <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/9809960/La-genetica-y-sus-curiosas-herencias.html>

Wikipedia, Abril del 2014, <http://es.wikipedia.org/wiki/Hiperlaxitud>

Taringa!, Abril del 2014, <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/17433053/Las-16-diferencias-geneticas-mas-comunes-en-los-seres-huma.html>

- Forma orella:

Beayvirtu, Abril del 2014, <http://beayvirtu.blogspot.com.es/2010/12/lobulo-de-la-oreja.html>

Taringa!, Abril del 2014, <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/9809960/La-genetica-y-sus-curiosas-herencias.html>

Taringa!, Abril del 2014, <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/17433053/Las-16-diferencias-geneticas-mas-comunes-en-los-seres-huma.html>

- Plec de la llengua:

Ojo curioso, Abril del 2014, <http://www.ojocientifico.com/2011/07/11/por-que-no-todos-podemos-enrollar-la-lengua>

- Entrada del cap:

Genética Humana, Abril del 2014, http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/recursos/php/genetica_humana/genetica_humana.php

- Color d'ulls:

Taringa!, Abril del 2014, <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/16117794/Genetica-y-Curiosidades.html>

Wikipedia, Abril del 2014, http://ca.wikipedia.org/wiki/Color_dels_ulls

-Peu i mà dominant:

Psicodiagnosis, Agost del 2014, <http://www.psicodiagnosis.es/areaclinica/trastornos/enelambitoescolar/queeslalateralidadcruzada/index.php#04f9119b8212e8e05>

8. GLOSSARI

ARN missatger	L'ARN missatger és l'àcid ribonucleic que conté la informació genètica procedent de l'ADN. Determina l'ordre en què s'uneixen els aminoàcids d'una proteïna actuant com a plantilla o patró per a la síntesi d'aquestes proteïnes.
Astigmatisme i Miopia	Són dos problemes òptics molt freqüents entre els humans. Els dos problemes impedeixen l'enfocament clar dels objectes.
Cromosomes homòlegs	Un cromosoma homòleg és cadascun del parell de cromosomes que té un organisme eucariota diploide.
Embrió	L'embrió és l'etapa inicial del desenvolupament d'un ésser viu mentre es troba en l'ou o en l'úter de la mare.
Meiosi	La divisió cel·lular en la qual els cromosomes es repliquen, seguit per dues divisions nuclears.
Mòrula	La Mòrula és una massa de cèl·lules que es dona com a conseqüència de la segmentació de la cèl·lula inicial o zigot, la qual pateix de nombroses divisions.
Mutacions	Les mutacions són una alteració o canvi en la informació genètica (genotip) d'un ésser viu i que es pot heretar o transmetre a la descendència.
Taca mongòlica	És una taca congènita amb vores ondulades i de forma irregular, benigna i plana. La taca apareix en néixer o durant els primers mesos de vida i desapareix normalment entre tres i cinc anys.

Traducció (genètica)	<p>És el procés que converteix una seqüència d'ARNm en una cadena d'aminoàcids per formar una proteïna. Per tant, l'ARN missatger es descodifica per produir un polipèptid específic d'acord amb les regles especificades del codi genètic.</p>
-----------------------------	---