



Clons i Bessons univitel·lins

CÒPIES IDÈNTIQUES?

*2n Batxillerat Grup A
Ciències de la Salut
Institut Vinyes Velles
21 de Gener del 2014*



ÍNDIX

INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS.....	pàg.4
PART TEÒRICA.....	pàg.6
1. Què és la clonació?.....	pàg.6
2. L'ADN, la molècula de l'herència.....	pàg.6
2.1. L'expressió del material genètic.....	pàg.8
2.1.1. Flux de la informació genètica	pàg.8
2.1.2. Epigenètica.....	pàg.10
•Mecanismes epigenètics	pàg.11
3. Mètodes de clonació	pàg.12
3.1. Partició d'embrions	pàg.12
3.2. Aïllament de blastòmers.....	pàg.13
3.3. Transferència nuclear.....	pàg.14
•L'ovella Dolly: primer mamífer gran obtingut Per clonació.....	pàg.15
4. Aplicació de la clonació en humans.....	pàg.16
4.1. Clonació reproductiva.....	pàg.16
4.2. Clonació terapèutica.....	pàg.16
5. Ja és possible clonar humans?.....	pàg.17
6. Ètica i legislació.....	pàg.18
7. Clons humans, còpies idèntiques?.....	pàg.19
7.1. Un un petit queixal ens podria retornar a una gran estrella de rock.....	pàg.19
8. Clònics naturals: els bessons univitel·lins.....	pàg.20
8.1. Variacions en el nombre de còpies de l'ADN.....	pàg.22
8.2. Víctimes dels seus gens o productes de l'entorn?..	pàg.23
•Intercanvi de conductes.....	pàg.23



PART PRÀCTICA.....	pàg.25
9. Model d'entrevista	pàg.25
10. Anàlisi de les entrevistes	pàg.27
CONCLUSIONS.....	pàg.41
BIBLIOGRAGIA.....	pàg.43
Agraïments	pàg.45



INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

La meitat dels gens de la mare i la meitat dels gens del pare, i ja tenim el nostre ADN, els nostres gens, els que determinaran com som i qui som. El nostre ADN, una molècula tan petita però tan decisiva i determinant. El color del cabell, el color dels ulls, la forma de la cara, el sexe, el funcionament de les nostres cèl·lules, dels nostres òrgans, del nostre cos, del nostre cervell; la nostra personalitat?

Naixem, i al llarg de la vida ens anem formant i desenvolupant, i el nostre cos va seguint el camí que ha traçat una molècula que hi ha inserida a dins de totes les nostres cèl·lules.

La tecnologia i els coneixements científics avancen. Aleshores, neix la possibilitat de clonar a un ésser humà, i ja posats, per què no clonar a una gran celebritat? O per què no complir els desitjos de molta gent que ha perdut a algú? Per què no retornar a aquelles persones que ja no estan? Només seria qüestió de temps...Perfeccionar la tècnica i ja estaria...I d'aquí neixen les pors i els somnis: Què passaria si decidissin clonar a Hitler? Què passaria si una mare que ha perdut al seu fill el pogués clonar? I jo em pregunto...És possible?

L'ambient. El que ens envolta, la gent que passa per la nostra vida, que deixa empremta. L'aprenentatge, l'educació, les experiències que ens dona la vida, els nostres problemes, la manera en que els afrontem i superem. La nostra dieta, el nostre estil de vida...Tot allò que pot marcar un abans i un després en la vida d'una persona. Realment aquest clon està destinat a ser d'una determinada manera? Estarà destinat a ser idèntic al seu progenitor?

Com podeu veure, el meu treball de recerca tracta sobre la clonació, tant des del punt de vista científic, com des del punt de vista social.

He escollit aquest tema perquè trobo que poder "crear" una persona a partir de l'ADN d'una altra és fascinant, però sobretot per la curiositat que desperta el no saber realment com serà aquest clon, i fins a quin punt s'assemblarà a la persona original.

El fet de que no s'hagi clonat mai a cap ésser humà deixa un munt de preguntes sense respondre sobre la seva personalitat, si pensarà igual que el seu progenitor, si tindrà els mateixos gustos...

Però la realitat és que estem envoltats d'un clar exemple de clons: els bessons univitel·lins; i són ells els que ens poden ajudar a comprendre fins a quin punt els gens defineixen la nostra personalitat, i de quina manera l'ambient és el que ens fa ser com som i qui som. Aquest és un tema que em sembla molt interessant, i per poder



Còpies idèntiques?

comprendre-ho he decidit relacionar el tema de la clonació amb les semblances que hi ha entre dos germans bessons.

Per aquesta raó el treball consta de dos parts: la part teòrica, en la que parlo del què significa realment la clonació, de la importància de l'ADN, la influència que té l'entorn sobre nosaltres i els diferents tipus de mètodes i aplicacions que té la clonació, així com els debats que poden sorgir a partir d'aquesta ciència, i finalment parlo dels bessons univitel·lins.

La segona part és la part pràctica, que consisteix en la realització d'entrevistes a nou parelles de bessons univitel·lins, uns trigèmins i una parella de bessons bivitel·lins, les quals han estat filmades amb una càmera; i en l'elaboració d'un vídeo, realitzat amb el programa Windows Movie Maker, en el que he fet un petit resum de les entrevistes, seleccionant els fragments que he cregut més interessants. També m'he filmat a mi mateixa fent alguna explicació i he afegit imatges de la clonació. L'objectiu de fer el vídeo ha estat aprofitar els mitjans tecnològics i audiovisuals per fer el meu tema més proper, divertit i comprensible, de manera que qualsevol persona, tingui coneixements de ciència o no, pugui entendre què és la clonació, identificar els bessons univitel·lins com a procés de clonació natural, i comprovar i entendre el per què de les seves similituds i diferències.

La idea de fer les entrevistes va sorgir gràcies a que conec a dos germans que són bessons, el Javi i el Manolo, i aquests han estat els primers entrevistats. Unes altres parelles de Montornés entrevistades són l'Edgar i el Víctor, i el Dani i el Luís.

Com que a Montornés només hi havia tres parelles de bessons disposats a participar, vaig buscar fora, i vaig aconseguir fer una entrevista a uns altres germans de Granollers, en Gerard i l'Adrià, i la Noelia i la Irene, que van acceptar encantats i vam fer l'entrevista en el seu poble.

Però per poder fer un estudi sobre bessons, amb sis parelles no en tenia prou, de manera que l'Anna, la meva tutora del Treball de Recerca, em va parlar sobre uns germans que hi havia a l'institut de Teià, i vam decidir intentar aconseguir una entrevista amb ells. Per fer-ho, el director es va posar amb contacte amb aquest institut, i des d'allà ens van dir que comptaven amb quatre parelles de bessons i uns trigèmins, i que estaven disposats a ajudar-nos, de manera que vam enviar una carta d'autorització per a que la signessin els pares dels nens, conforme estaven d'acord amb què els entrevistés i filmés. Un cop fet això vaig trucar a l'institut de Teià i vam acabar de concretar una data per a fer les entrevistes i filmacions.

Bé doncs, un cop explicat tot això, ja podem passar a les següents pàgines, les quals espero que us resultin interessants.



PART TEÒRICA

1. Què és la clonació?

Podríem definir la clonació com una forma de reproducció asexual que produeix individus genèticament idèntics.

Quan parlem de clonació a tots ens sembla que es tracta de ciència ficció, o com a mínim d'una complicada tècnica científica que, fins fa poc es creia impensable, però, la veritat és que la naturalesa també és capaç de produir clons de manera natural, sense implicació humana. De fet, la còpia idèntica o clonació va ser la principal forma de reproducció dels primers éssers vius durant molt de temps, i els organismes unicel·lulars encara es segueixen reproduint mitjançant la divisió binària d'aquesta única cèl·lula, donant pas a un organisme completament idèntic al primer, és a dir, amb el mateix patrimoni genètic.

Aquest també és el cas dels bessons univitel·lins que comparteixen una informació genètica idèntica, degut a una divisió espontània del zigot al ventre matern.

A partir d'aquí, podem dir que existeixen dos tipus de clonació: la natural i l'artificial.

Dins de l'artificial s'ha de diferenciar també la paraula clonació en diferents contextos de la biologia: en l'àmbit de la Enginyeria Genètica, clonar és aïllar i multiplicar en un tub d'assaig un determinat gen o, un tros d'ADN, d'això se'n diu clonació molecular. També hem de parlar de la clonació cel·lular, que consisteix en l'obtenció de cèl·lules en quantitats determinades, idèntiques genèticament a l'original per obtenir-ne un benefici. En el context al que ens referim, la clonació artificial és l'obtenció d'un individu clònic a través de la intervenció de l'home i la manipulació del material hereditari.

2. L'ADN, la molècula de l'herència.

La possibilitat de poder clonar es va plantejar amb el descobriment de l'ADN i el coneixement de com es transmet i expressa la informació genètica dels éssers vius.

L'ADN (àcid desoxiribonucleic) conté tota la informació genètica necessària perquè un ésser viu funcioni i es desenvolupi, i en determina les seves característiques. Els fragments d'ADN que porten aquesta informació són els gens, cadascun dels quals, codifica una proteïna determinada, i són aquestes proteïnes les que s'expressen en forma de caràcters.



Còpies idèntiques?

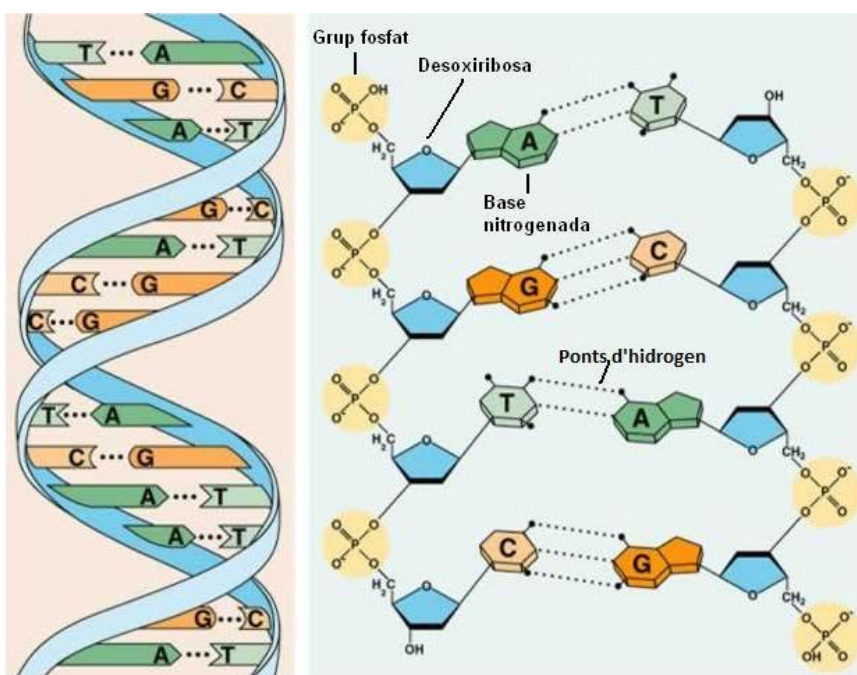
Cada molècula d'ADN està formada per dues cadenes de polinucleòtids, enrotllades en espiral formant una doble hèlix.

En l'ADN, cada nucleòtid està compost per tres subunitats:

- Un grup fosfat.
- Desoxiribosa
- Una base nitrogenada.

De bases nitrogenades, en l'ADN, hi ha quatre de diferents:

- Adenina (A)
- Timina (T)
- Citosina (C)
- Guanina (G)



Gràfic 1. Estructura d'un fragment d'ADN. Es veu de quina manera s'aparellen les bases (A-T i G-C) i que es mantenen unides mitjançant ponts d'hidrogen.

Font: http://ibanezreliamarla.mex.tl/660919_Estructura--del-ADN.html

Les bases nitrogenades s'aparellen sempre de la següent manera: l'adenina amb la timina i la guanina amb la citosina, és a dir, una base gran (pirimidínica) amb una base petita (púrica), que es mantenen unides, respectivament, per dos i tres ponts d'hidrogen. D'aquesta manera, no poden quedar enfrontades dues bases purines ni dues bases pirimidines, i per tant, es manté el gruix o separació entre dos brins.

Les bases nitrogenades són la part variable de l'ADN, i és **la seva seqüència la que determina la identitat genètica** de l'individu.



Aquesta gran molècula **es troba al nucli de totes i cadascuna de les cèl·lules d'un organisme**, però tot i tenir el mateix material genètic, aquestes realitzen funcions diferents, és a dir, expressen només una part d'aquest ADN. Per a que això sigui possible, les cèl·lules han de passar per un procés de diferenciació cel·lular que consisteix en la modificació de l'estructura i la funció de la cèl·lula per tal de que es puguin formar teixits específics i òrgans, i té lloc durant el desenvolupament embrionari.

L'especialització d'una cèl·lula en un tipus o en un altre ve determinada per la zona en la que es troba aquesta en l'embrió en desenvolupament. Segons el lloc que ocupi rep uns estímuls que la indueixen a diferenciar-se en un tipus cel·lular o en un altre. Aquesta cèl·lula especialitzada, pot actuar al seu torn com a inductora secundària, provocant l'especialització d'una altra cèl·lula.

De totes maneres, també hi ha petits fragments d'ADN que es troben en els mitocondris, els quals, són independents de l'ADN del nucli cel·lular. Els mitocondris s'hereten únicament a partir de la mare, per aquest motiu, és possible que molts caràcters o capacitats relacionades amb la síntesi d'energia (ATP) estiguin més vinculades amb l'herència de mares a fills, tot i que això encara està en procés d'investigació.

2.1. Expressió del material genètic.

Tot i que la informació hereditària està continguda en l'ADN, el resultat de la seva expressió són les **proteïnes**.

2.1.1.El flux de la informació genètica.

Un gen no sintetitza de forma directa una proteïna. Perquè es pugui sintetitzar, la informació genètica que conté l'ADN s'ha de descodificar, i aquest procés es duu a terme en dues fases:

- **Transcripció:** Consisteix a copiar la informació genètica que conté l'ADN a una molècula d'ARN missatger.

Aquest procés té lloc al nucli. La doble hèlix d'ADN s'obre i una de les cadenes serveix de motlle per sintetitzar una molècula d'ARNm. Aquesta molècula se sintetitza seguint les regles de complementarietat de bases, però en aquest procés, la base complementària de l'adenina (A) és l'uracil (U).



Còpies idèntiques?

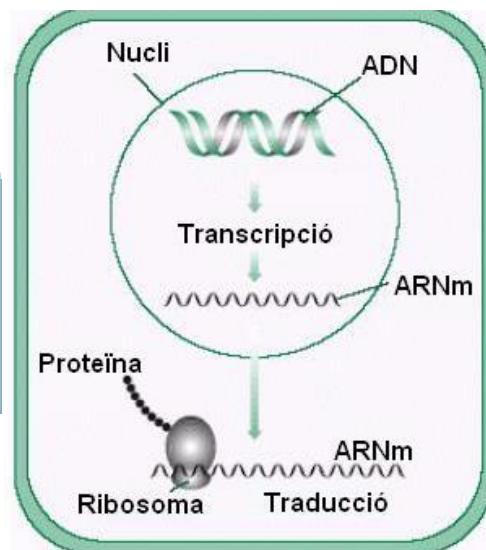
- **Traducció:** Consisteix a traduir el missatge que conté l'ARNm al llenguatge de les proteïnes.

L'ARNm trasllada la informació des del nucli fins al citoplasma, on tindrà lloc aquest procés de traducció, concretament en els ribosomes, els quals llegeixen la informació de l'ARNm i la «tradueixen» al llenguatge de les proteïnes seguint el codi genètic, mitjançant l'ajuda de l'ARN de transferència que transporta els aminoàcids corresponents fins al ribosoma.

Gràfic 2. Esquema del flux de la informació genètica.

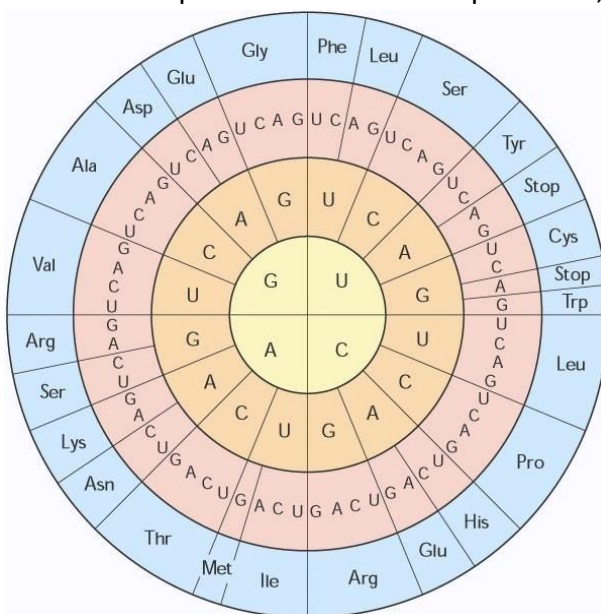
Font:

<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=136131>



○ El codi genètic

El codi genètic és el conjunt d'equivalències entre els triplets de nucleòtids de l'ARN missatger i els corresponents aminoàcids de les proteïnes. Gràcies a aquest codi, el llenguatge de quatre lletres de l'ADN, agafades de tres en tres, es tradueix en el llenguatge de vint lletres, aminoàcids, dels polipèptids.



Aquest diccionari biològic és universal. En tots els organismes, els mateixos triplets tenen sempre el mateix significat. A més a més, cada triplet significa només un aminoàcid, tot i que hi ha triplets sinònims, els quals difereixen només per la tercera base.

Gràfic 3. Equivalències entre els triplets de l'ARNm i els aminoàcids.

Font: *Superorganismo universal, libro de ciencias.*

<http://lahondurasvaliente.blogspot.com.es/2013/09/superorganismo-universal-una-teoria-de.html>



2.1.2. Epigenètica.

L'ADN, com ja he dit anteriorment, és el que conté la informació sobre com és cada individu i fins i tot les malalties que pot arribar a patir, però en realitat, no tots els gens s'arriben a expressar. El medi ambient, per exemple, és un dels principals factors que influeixen en la expressió del material hereditari: un simple canvi, pot provocar que s'activi o es desactivi un gen. Per tant, podem dir que la genètica no ho és tot, hi ha alguna cosa més, i és l'epigenètica, les modificacions o senyals químics que s'afegeixen al nostre ADN, sense alterar la seqüència de les bases.

L'epigenètica, d'alguna manera, relaciona l'ambient en que vivim amb els nostres gens. La dieta, el nivell d'estrés, traumes, el desenvolupament a l'úter matern i durant la infantesa, l'envelliment i altres factors poden modificar l'epigenoma, és a dir, l'expressió de l'ADN, i aquests canvis poden ser, o no, heretables.

Les variacions epigenètiques expliquen, per exemple, les diferències entre bessons univitel·lins, tot i que presenten una seqüència d'ADN idèntica. Això ha estat demostrat gràcies a un treball d'investigació dirigit pel doctor Manel Esteller, del laboratori d'Epigenètica del Centre Nacional d'Investigacions Oncològiques.

Les modificacions epigenètiques són molt més freqüents que les mutacions en l'ADN, i es produeixen amb més facilitat al llarg de la vida.

En aquest estudi de Manel Esteller es va demostrar que les parelles de bessons amb més edat eren les que mostraven perfils epigenètics més diferents, mentre que durant els primers anys de vida són indistingibles des d'un punt de vista genètic. De la mateixa manera que aquells que portaven estils de vida més distints també tenien marques epigenètiques diferents.

L'epigenètica explicaria també com pot ser que una persona que hereta un gen amb una mutació que proporciona un risc elevat a patir un càncer el desenvolupi als 35 anys, i una altra persona amb el mateix gen no desenvolupi el tumor fins als 70 anys. Per tant, també explicaria la diferent susceptibilitat dels germans bessons a patir determinades malalties.

Per tant, ens trobem davant d'una ciència que va més enllà del que es troba escrit en els nostres gens.

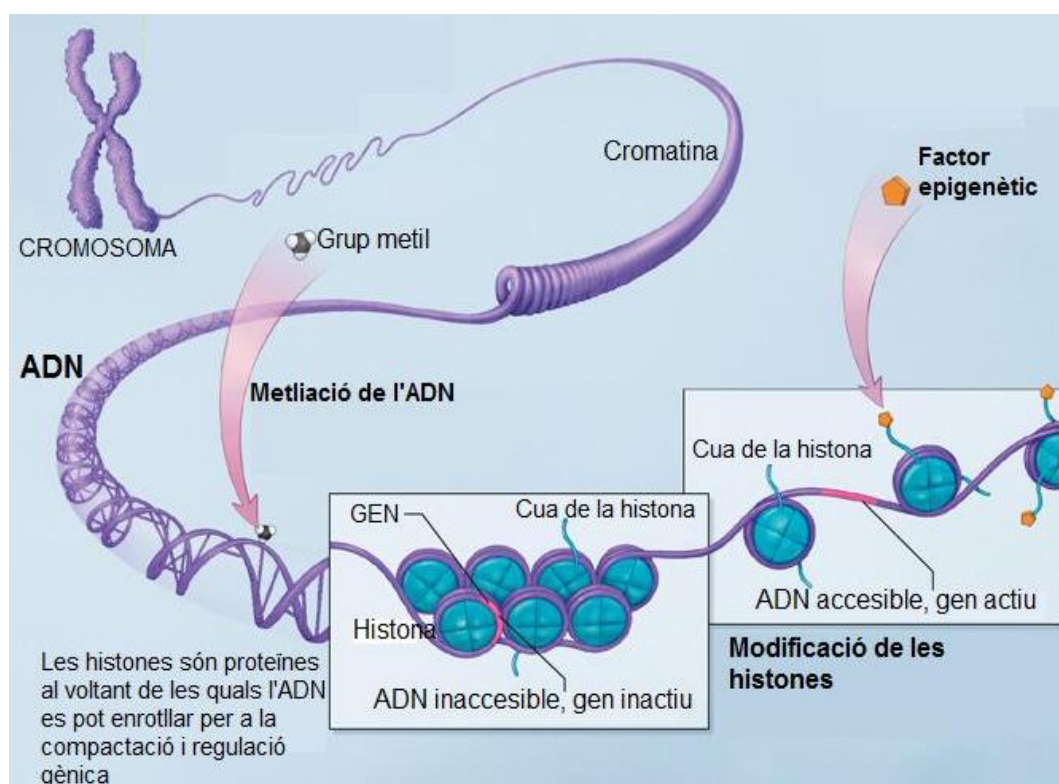


Còpies idèntiques?

Mecanismes epigenètics

Una de les principals marques químiques és la **metilació**. Es tracta d'un grup metil que a l'unir-se a la citosina d'un gen, funciona com a interruptor i evita que aquest s'expressi.

El segon element clau en la regulació epigenètica són les **histones**, unes proteïnes bàsiques que s'encarreguen d'empaquetar els gens per que càpiguen en el nucli cel·lular. Si es produeixen metilacions en aquestes proteïnes, els gens estaran massa comprimits, i no es podran expressar, o relaxats, i per tant, sí que ho faran.



Gràfic 4. Mostra com actuen els mecanismes epigenètics, és a dir, com s'activen o silencien els gens.

Font: www.Apnabi.org Document sobre l'epigenètica i les causes de l'autisme



Còpies idèntiques?

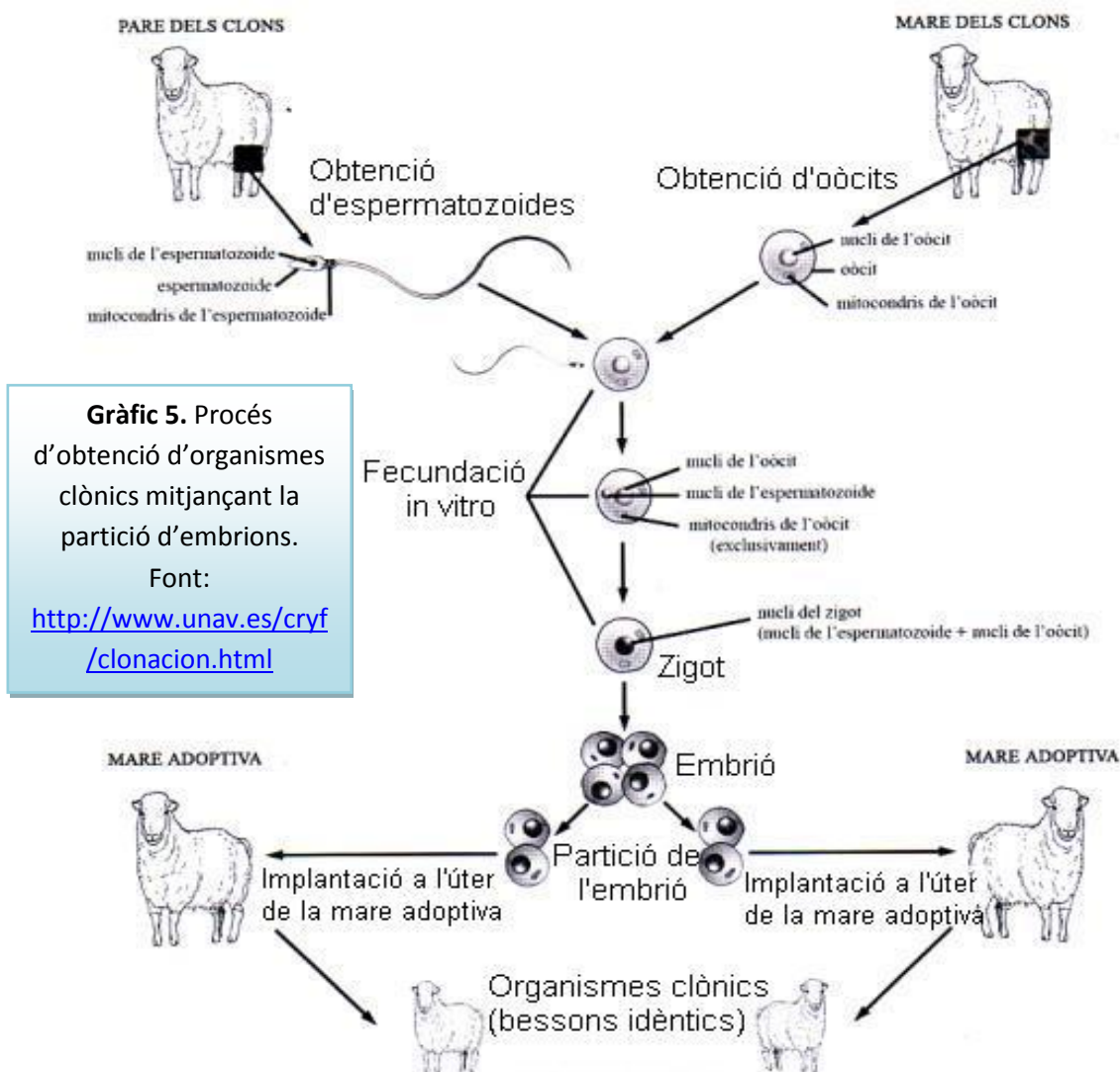
3. Mètodes de clonació

Existeixen diferents mètodes que permeten obtenir individus idèntics o gairebé idèntics a les cèl·lules progenitores. Tots aquests mètodes aprofiten la propietat regenerativa de les cèl·lules, dels embrions i dels nuclis.

3.1. Partició d'embrions

Aquest mètode consisteix a imitar el procés natural de formació de bessons idèntics i aprofita la capacitat totipotencial de les primeres cèl·lules embrionàries, és a dir, la capacitat de diferenciar-se en qualsevol tipus de cèl·lules i d'originar un individu complet.

La tècnica de partició d'embrions consisteix, per tant, en dividir l'embrió en dues parts iguals quan la cèl·lula es troba en la primera etapa del seu desenvolupament, ja que en aquest moment cadascuna de les dues parts és capaç de generar un nou organisme. Aleshores, cada meitat de l'embrió, s'implanta a l'úter de dues mares adoptives per continuar el seu desenvolupament.



Gràfic 5. Procés d'obtenció d'organismes clònics mitjançant la partició d'embrions.
 Font: <http://www.unav.es/cryf/clonacion.html>



Còpies idèntiques?

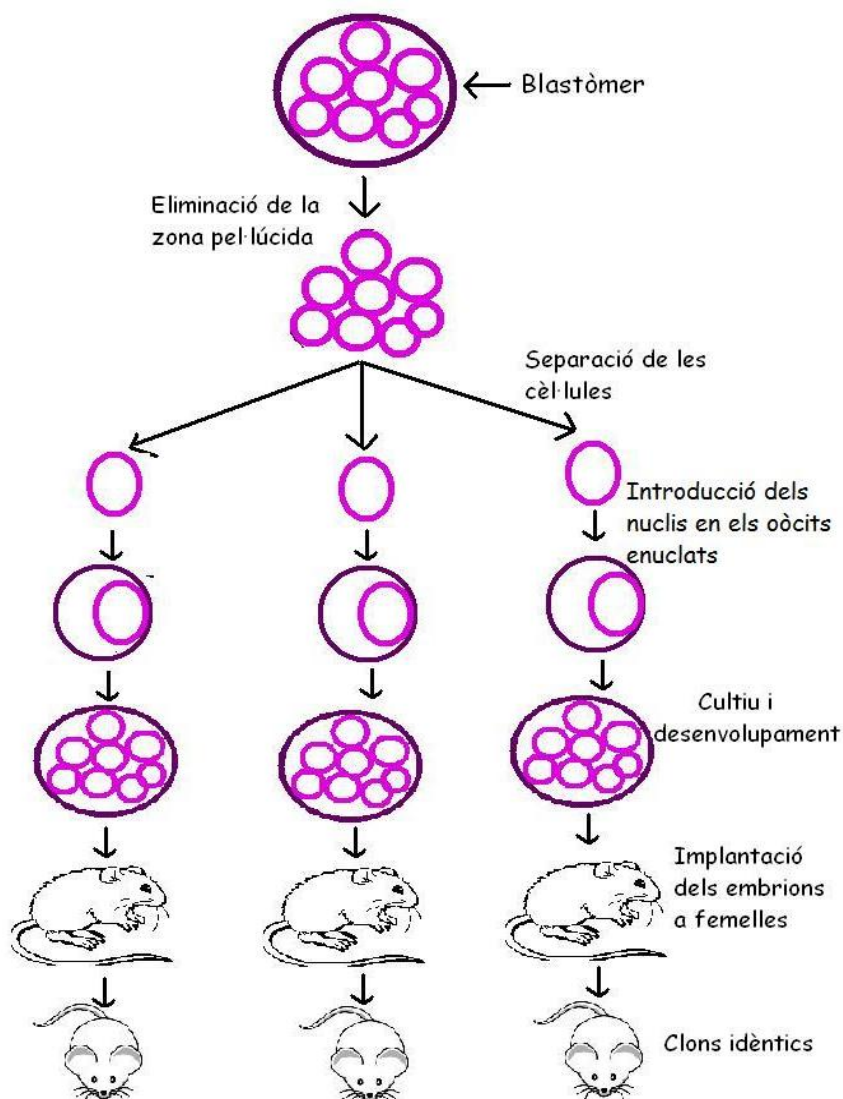
3.2. Aïllament de blastòmers

Aquest mètode de clonació aprofita les propietats de la primera cèl·lula embrionària i de les cèl·lules provinents de les primeres divisions d'aquesta primera cèl·lula.

Al cap de tres divisions cel·lulars, l'embrió està compost per 8 cèl·lules mare pluripotents, és a dir, capaces de diferenciar-se en qualsevol tipus de cèl·lules, però no d'originar un nou individu elles mateixes.

La tècnica de l'aïllament de blastòmers consisteix a separar aquestes cèl·lules i introduir el nucli de cada una d'elles dins d'oòcits que prèviament han estat enucleats. Seguidament, es cultiven fins que realitzen les primeres divisions cel·lulars i s'introdueixen a l'úter de les mares adoptives, on es desenvolupen els embrions fins a donar lloc a nous individus clònics. La raó per la que s'han d'introduir precisament en oòcits és perquè aquesta cèl·lula conté tots els orgànuls i nutrients necessaris per dividir-se en moltes més cèl·lules i donar lloc a un individu.

Gràfic 6. Procés d'aïllament de blastòmers per obtenir individus clònics.
Font: *imatge elaborada per mi mateixa.*





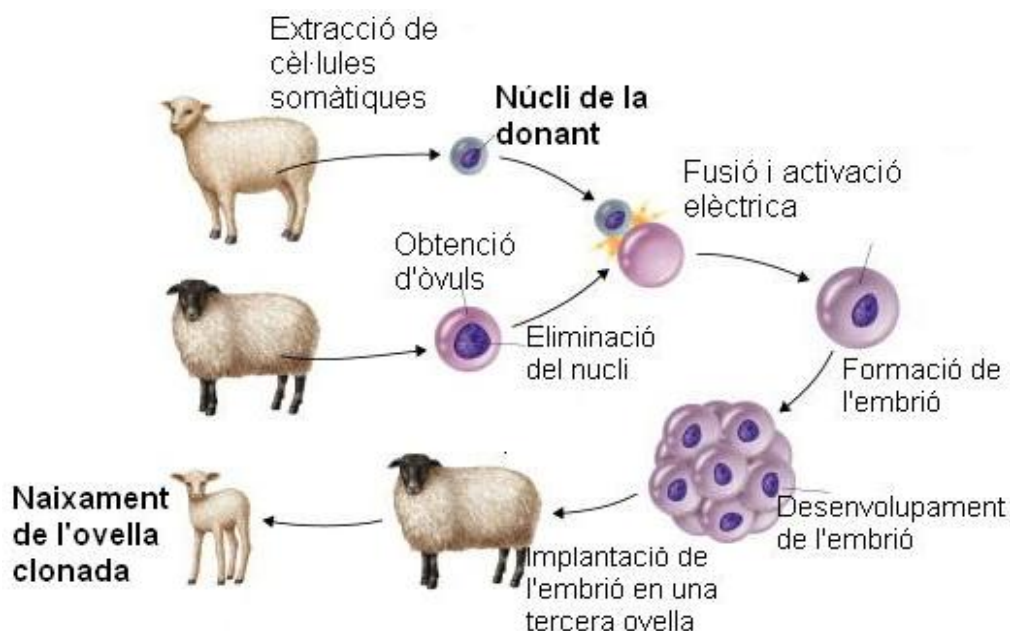
Tal com podem veure, els resultats que s'obtenen de la clonació mitjançant l'aïllament de blastòmers i la partició d'embrions són pràcticament iguals; la diferència és que mitjançant l'aïllament de blastòmers és necessari introduir el nucli de les cèl·lules dins d'oòcits enucleats, els quals tenen mitocondris, i l'ADN mitocondrial proporciona característiques diferents als individus resultants. En canvi, amb la tècnica de partició d'embrions, els dos individus resultants tindran exactament el mateix ADN, perquè provenen del mateix oòcit.

3.3. Transferència nuclear.

Aquesta tècnica és la **més eficaç** i la **més utilitzada** avui en dia, ja que a diferència dels dos mètodes anteriors, aquesta permet clonar organismes adults, i per tant ja es coneix el sexe i les característiques més importants del clon que naixerà.

El mètode de transferència nuclear consisteix a aïllar una cèl·lula somàtica de l'individu que es vol clonar i un oòcit d'una femella donant. Aleshores es fusionen el nucli de la cèl·lula somàtica amb l'oòcit, al qual se li ha extret el nucli prèviament. Aquest oòcit perquè comenci a desenvolupar-se cal activar-lo mitjançant unes descàrregues elèctriques i després s'ha de deixar en un medi de cultiu durant uns dies fins que l'embrió arriba a la fase de blàstula (al voltant de 100 cèl·lules), en aquest moment és trasplantat a l'úter d'una femella receptora.

Aquest embrió és clon de l'organisme donant de la cèl·lula somàtica, ja que aquest ha estat format i desenvolupat a partir del patrimoni genètic d'aquesta cèl·lula.



Gràfic 7. Esquema del procés de clonació mitjançant la transferència nuclear.

Font: Document sobre la clonació de la Universitat de Navarra

<http://www.unav.es/cryf/clonacion.html>



Còpies idèntiques?



Gràfic 8. L'ovella Dolly

<http://neetescuela.com/la-clonacion-/>

L'ovella Dolly: primer mamífer gran obtingut per clonació

El 22 de febrer de 1997, els investigadors de l'equip de Ian Wilmut van donar a conèixer el naixement de la Dolly, obtinguda mitjançant la tècnica de transferència nuclear.

La novetat que va comportar està en el fet que va ser el primer animal clonat a partir d'una cèl·lula diferenciada d'un individu adult.

La tècnica de clonació que van utilitzar no era nova, però sí que van ser els primers en superar el gran problema que es plantejava a l'hora de clonar un mamífer: l'alt grau de control a què estan sotmeses les seves cèl·lules.

El que van fer els investigadors de Wilmut va ser utilitzar l'estimulació elèctrica de l'ovòcit i van cultivar les cèl·lules somàtiques de l'ovella a clonar en un medi pobre per a que aquestes entrassin en un estat d'hibernació, i així interrompre el seu cicle cel·lular normal. D'aquesta manera s'afavoreix la sincronització entre els "programes" de les dues cèl·lules, de manera que el nucli i l'ovòcit poden desenvolupar-se amb tota naturalitat.

L'ovella Dolly va patir un envelliment prematur, i al febrer de 2003 va haver de ser sacrificada. L'anàlisi que es va fer de les seves cèl·lules va mostrar que els seus cromosomes eren més vells que el propi animal, ja que la cèl·lula utilitzada per crear a l'ovella era una cèl·lula adulta, que ja tenia uns anys de vida, i per tant, Dolly havia conservat en el seu genoma la memòria de les divisions cel·lulars efectuades abans del seu naixement. Aquest fet planteja dubtes sobre la conveniència d'utilitzar cèl·lules diferenciades en la clonació, perquè el més probable és que el clon resultant mori abans de temps.



Gràfic 9. S'observen dos mamífers recreats a partir del mètode de transferència nuclear:

- 1). Tetra, va nèixer junt amb la seva germana bessona al 1997
- 2). Cérvol Dewey, nascut el 23 de maig de 2003.

<http://neetescuela.com/la-clonacion-/>



4. Aplicació de la clonació en humans

Existeixen dos tipus de clonació que es distingeixen segons la finalitat que es vol donar al clon obtingut:

4.1 Clonació reproductiva

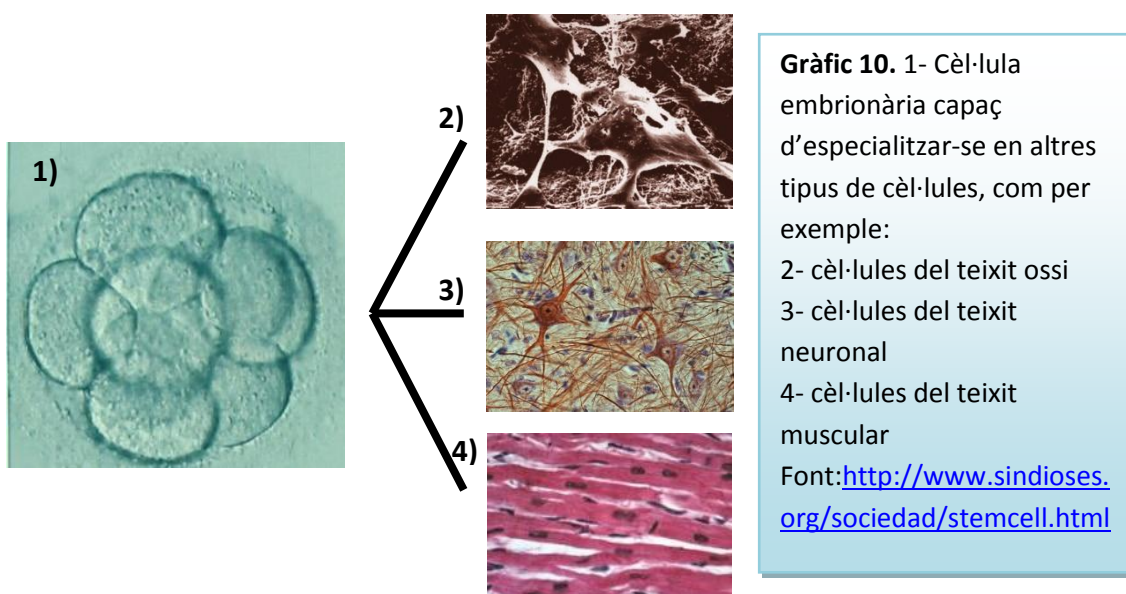
En aquest cas, s'utilitza el mètode de transferència nuclear per produir un embrió clonat, una còpia idèntica d'una altra persona, que serà implantat en l'úter d'una dona amb la intenció que neixi un nadó viu.

4.2 Clonació terapèutica.

Es caracteritza per utilitzar les tècniques de clonació per produir embrions clonats, però que en lloc de ser implantats en un úter i portats a terme, són utilitzats per generar cèl·lules mare amb la finalitat de reparar teixits o òrgans danyats en els pacients donants del material genètic.

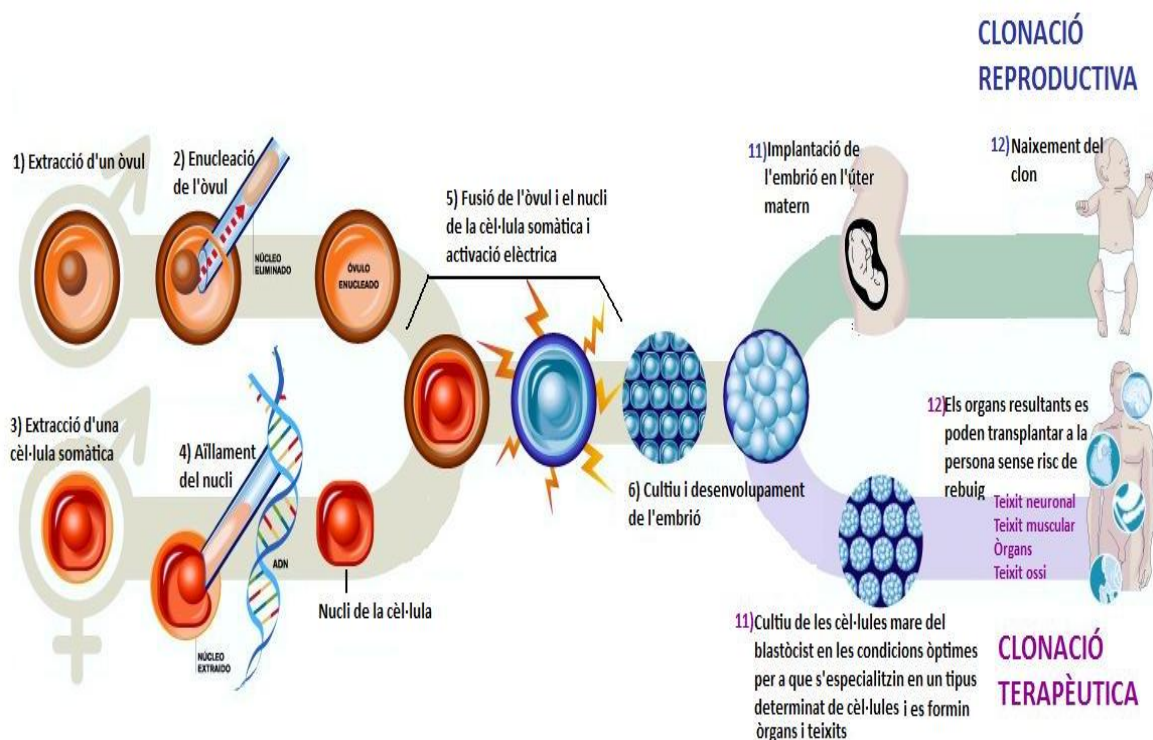
La tècnica, en aquest cas, consisteix en crear artificialment un embrió a partir d'una cèl·lula somàtica del pacient, seguint el mètode de la transferència nuclear. Tot això, sense la intenció de crear un organisme complet.

El desenvolupament de l'embrió, que és realitza in vitro, és a dir, en un medi de cultiu, s'atura al setè dia (fase de blastocist), ja que és on es troben les cèl·lules mare embrionàries pluripotents, capaces de diferenciar-se en totes les cèl·lules dels teixits que formen un organisme. En aquest moment és on s'extreuen les cèl·lules mare i es cultiven en unes certes condicions que afavoreixin la diferenciació en el tipus de cèl·lules que el pacient necessiti.





Còpies idèntiques?



Gràfic 11. En aquest esquema es mostren els passos que es segueixen en tots dos tipus de clonació. Tots dos processos s'inicien de la mateixa manera, amb la diferència de que en la clonació reproductiva s'arriba a obtenir un individu sencer i en la terapèutica només òrgans o teixits

Font: *Document sobre la clonació de la Universitat de Navarra* <http://www.unav.es/cryf/clonacion.html>

5. Ja és possible clonar humans?

Teòricament, el procés per fer-ho es coneix, i per tant, és possible. Però la realitat és que els científics mai han clonat cap ésser humà, ja que el màxim que han obtingut és un embrió clònic de vuit cèl·lules.

De totes maneres, seria qüestió de temps aconseguir-ho si no fos perquè la llei ho prohibeix per dues raons: per **qüestions ètiques i morals**, i per què la majoria dels científics consideren que **els riscos de la clonació en humans són molt elevats**.

El nombre d'embrions que moren durant el procés de transferència nuclear en les pràctiques que es fan en animals és molt més gran que el d'individus que neixen. Dolly va ser el resultat d'un embaràs amb èxit de 277 intents.



A més a més, la gran majoria d'animals que han sobreviscut al néixer, han patit algun tipus de malformació. El cas de l'envelliment prematur de l'ovella Dolly també és un exemple. És possible que el nucli que es transfereix a l'embrió "recordi" els anys de vida que tenia l'organisme donant, i d'aquí prové aquest envelliment. Aquesta informació indica que la tècnica de clonació encara no és apta per dur-la a terme en humans, ja que el més probable és que els clons no visquin gaire temps: ***"Sotmetre's a la clonació per part dels humans no significa assumir un risc desconegut, sinó perjudicar a les persones conscientment"*** afirma Kilner, president del Centre for Bioethics and Human Dignity en els Estats Units.

6. Ètica i legislació

L'èxit que els científics van obtenir en clonar mamífers, va generar especulacions sobre la possibilitat de fer-ho amb persones. Això va originar una gran polèmica i un nou problema ètic perquè, per primera vegada, es plantejava la possibilitat de crear individus de la nostra espècie de manera artificial.

En l'actualitat, la llei prohibeix la clonació reproductiva en humans, ja que es considera que la seva admissió suposa traspasar la frontera moral en la investigació científica.

Per entendre això, primer s'han de considerar quines podrien ser les aplicacions d'aquesta tècnica si es realitzés en persones, i algunes d'elles són: utilitzar la clonació com a alternativa per a la infertilitat, donar un fill sa a parelles amb riscos de tenir un fill amb malalties genètiques, crear un clon que seria un donant ideal en cas de que la persona clonada necessités un transplantament, clonar a un difunt per reemplaçar-lo, replicar individus de gran bellesa...fins i tot, s'ha sentit parlar sobre crear "fills a la carta".

Tot i que els defensors de la clonació consideren que les dues primeres opcions són "vàlides", totes elles es basen en complir els desitjos de les persones, sense considerar el benestar del clon. Per aquest motiu els clons podrien començar a veure's com a productes manufacturats, arribant a comercialitzar amb ells, i possiblement seria inevitable exercir un control genètic en busca de l'ésser humà perfecte segons les preferències de cadascú.

A partir d'aquí s'ha de tenir en compte un principi ètic bàsic de la nostra cultura: ***l'ésser humà és sempre subjecte, mai objecte o bé patrimonial, és per això que els éssers humans són propòsits en si mateixos, i no poden ser només mitjans per a altres propòsits.***



Un altre assumpte que s'ha considerat molt és el de la identitat del clon. Segons algunes persones, el fet d'haver estat clonat, pot negar el dret del nen a tenir un futur obert, perquè haurà de complir les expectatives d'aquells que l'han clonat, que esperen que tingui les mateixes ambicions i segueixi el mateix camí que el seu progenitor. Això també podria arribar a fer-se servir per al propi benefici o interès d'algunes persones.

7. Clons humans, còpies idèntiques?

“Clon: rèplica artificial d'un organisme viu, genèticament idèntic a aquest”.

Aquesta és la definició de diccionari de clon. Cal recalcar les paraules “genèticament idèntic”, ja que és l'únic que es pot saber amb tota seguretat, perquè que el seu ADN sigui idèntic, no necessàriament vol dir que aquests individus siguin idèntics en personalitat, o sí?

En l'apartat anterior, he esmentat que en el moment en què es clona a una persona se li adjudica el mateix futur que al seu progenitor, ja que com que són iguals, voldrà les mateixes coses que ell. Però és així com funcionarà? Realment aquest clon tindrà les mateixes aspiracions que aquella persona de qui és genèticament idèntic? Podrà una mare clonar al seu fill mort per reemplaçar-lo?

El fet és que no podem saber la resposta perquè el comportament o la personalitat dels animals clònics no ens serveixen per estudiar aquest fenomen, però sí que hi ha alguns exemples a la natura que ens poden ajudar a trobar la resposta: els bessons univitel·lins.

7.1. Un petit queixal que ens podria retornar a una gran estrella de rock

Fa dos anys, en el 2011, Michael Zuk, un dentista de Canadà va comprar en una subhasta un queixal podrit de John Lennon pel preu de 22.600€. Inicialment semblava que només es tractava d'un gran fan seu, però finalment ha declarat que vol iniciar la seqüenciació de l'ADN de l'ex Beatle, i que té la clara intenció de crear un clon del cantant que porta més de 30 anys mort en un futur no molt llunyà.

El dentista assegura que compta amb l'ajuda d'uns científics que estan investigant maneres de clonar mamuts, i que el clon podria néixer sobre el 2040, tot i que el més probable és que no ho aconsegueixi per temes de legalitat.

Però sorprenentment, ell mateix s'ha plantejat la possibilitat de que el nou Lennon potser no gaudirà del mateix gust musical que l'original, ja que el seu gust es va desenvolupar i crear en l'època dels anys 40, 50 i 60 de Liverpool, i òbviament si fos



clonat d'aquí a uns anys no rebria els mateixes influències per a que desenvolupés aquest estil ni aquest gust, tot i que la seva habilitat musical es troba en el seu ADN.

Per tant, el dentista planteja crear un ambient similar al d'aquella època per al nen clònic de Lennon, on la seva capacitat per crear música es nodreixi i es desenvolupi, i d'aquesta manera, intentar fer tornar a una de les més grans estrelles de rock, tot i que encara és massa aviat per assegurar que això passi tal com ell diu que passarà.



Gràfic 12. Fotografia del cantant John Lennon, un ex cantant dels Beatles que va morir assassinat l'any 1990.

Font: <http://www.johnlennon.com/images>

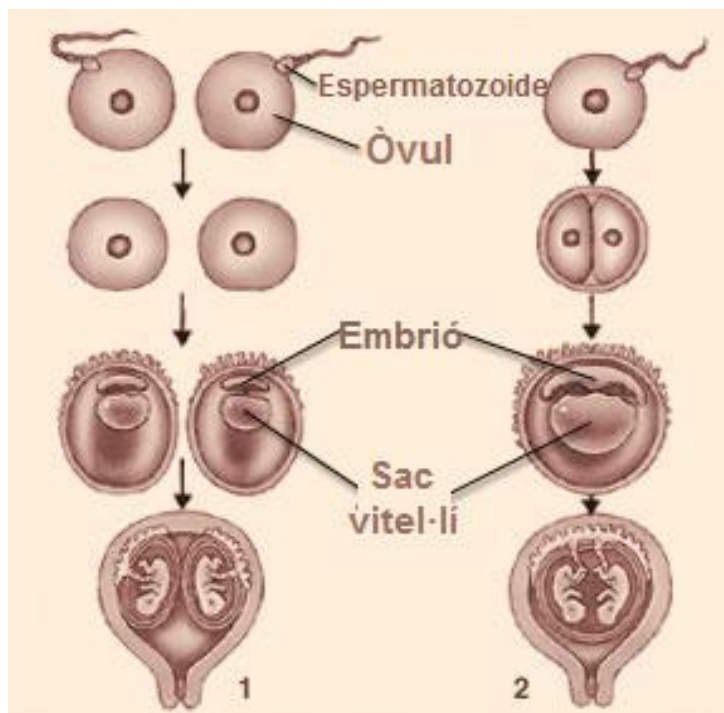
8. Clònics naturals: els bessons univitel·lins.

Els bessons univitel·lins són clons naturals. Deriven d'un mateix embrió, que es divideix en les primeres fases del desenvolupament per motius que encara es desconeixen, quan cadascuna de les meitats encara pot generar un embrió complet i normal. Com que tots dos **procedeixen del mateix òvul, fertilitzat pel mateix espermatozoide, la seva dotació genètica és idèntica**, a diferència dels bessons bivitel·lins, que provenen de dos òvuls diferents, fecundats per dos espermatozoides diferents.

Aquesta és la raó per la que els bessons monozigòtics ens poden ajudar a saber més sobre les semblances i diferències dels clons artificials.



Còpies idèntiques?



Gràfic 13. 1) Bessons bivitel·lins procedents de la fecundació de dos òvuls i dos espermatozoides diferents. 2) Bessons univitel·lins, formats per la fecundació d'un únic espermatozoide i un òvul que després es divideix.

Font: Portal educatiu <http://www.Hiru.com>

Tot i que els bessons univitel·lins són iguals quan neixen, i tenen un físic que fa que la majoria de vegades sigui molt difícil diferenciar-los, amb els anys, desenvolupen trets físics i de personalitat diferents. De la mateixa manera que la seva susceptibilitat en front d'algunes malalties també canvia amb el temps, tal com he explicat ja a l'apartat d'epigenètica.

Això es degut a què encara que l'ADN dels bessons és igual, hi ha diversos factors que provoquen canvis i diferències en el material hereditari i en la seva expressió.

En un estudi realitzat a Minnesota sobre bessons, *Minnesota study of twins*, que intenta identificar les influències genètiques i ambientals en el desenvolupament i els trets psicològics s'ha demostrat que quan els bessons són joves, comparteixen tota, o gran part de la dotació genètica, però quants més anys passen, i quant més temps estiguin separats l'un de l'altre, hi apareixen més diferències epigenètiques entre ells.

Al centre d'investigació de Minnesota porten un seguiment de més de 200 parelles de bessons, els quals són sotmesos a proves per determinar les seves



habilitats mentals, com el vocabulari i la memòria visual, així com la seva capacitat pulmonar. Se'ls fan tests de personalitat i coeficient intel·lectual i són bombardejats amb més de 15.000 preguntes. Aquestes parelles de bessons tornen cada tres o quatre anys per continuar amb el seguiment.

Chris i Sam, dos metges bessons, van realitzar un altre estudi en el que Sam intentava demostrar que les seves vivències diferents havien influït en ells més que els seus gens idèntics.

En aquest estudi es van realitzar un anàlisi d'ADN en l'hospital de Saint Thomas, i durant un any van viure una vida totalment diferent: Chris es va dedicar a viatjar, a recórrer món, mentre que Sam es va quedar a Londres i va continuar amb la seva vida normal.

Al cap d'un any Chris va tornar, i es van fer una nova anàlisi d'ADN, els resultats de la qual van mostrar que en el transcurs d'aquest temps Chris havia patit molts més canvis químics en el seu ADN, és a dir, moltes més variacions epigenètiques, de manera que un mateix gen, que tots dos tenien idèntic, s'estava expressant de forma diferent en tots dos germans.

8.1. Variacions en el nombre de còpies de l'ADN.

Com ja sabem, el bessons idèntics són el resultat d'un zigot que es divideix en dos parts iguals. Entre la primera divisió cel·lular i el naixement dels nadons tenen lloc moltíssimes divisions més. Durant aquestes divisions poden produir-se errors al copiar l'ADN, com per exemple saltar-se parts o copiar-ne altres dues vegades. Aquests errors reben el nom de CNV (variacions en el nombre de còpies de l'ADN).

La influència dels CNV és menor o major segons el moment del desenvolupament cel·lular en el qual es produeixen: quant més aviat es produeixin més gran serà el seu efecte.

Davant d'aquest fet podem dir que **els bessons univitel·lins comencen la seva vida al néixer amb subtils diferències a l'ADN.**



8.2. Víctimes dels seus gens o productes de l'entorn?

En punts anteriors vaig tractar el tema de l'epigenètica, i el gran pes que té l'entorn en el desenvolupament d'un individu.

El fet de que la gran majoria dels germans bessons creixin en la mateixa casa, i amb la mateixa família, provoca que les influències que reben en aquest ambient siguin molt semblants.

De la mateixa manera, fora de casa, la gent acostuma a tractar als dos germans de manera molt similar, la qual cosa afavoreix molt que el desenvolupament de la seva personalitat sigui molt semblant.

Un altre factor de gran importància és l'entorn prenatal, que té una gran influència sobre el desenvolupament de l'individu, ja que els efectes de l'entorn en un fetus en desenvolupament poden afectar-lo per a la resta de la seva vida, tal com suggereixen els resultats d'un estudi de bessons realitzat a Califòrnia. En el cas dels bessons univitel·lins, com que es troben dins de la mateixa placenta i comparteixen els mateixos gens, la interacció entre aquests gens i l'entorn prenatal ofereix resultats molt semblants.

Per tant, com podem veure, només pel fet d'haver nascut en el mateix moment i viure junts, els germans reben una gran quantitat d'estímul iguals. Per altra banda, la influència dels amics, de les vivències i experiències diferents per les que passa cadascú, són factors que marquen petites diferències entre ells.

Intercanvi de conductes

Els germans bessons són com un pèndol i intercanvien posicions i conductes entre ells perquè tenen el mateix potencial.

Nancy Segal, experta en germans bessons, explicava en una entrevista el cas de dos germans bessons: *"En Pablo era el més aplicat a l'escola, en Sergi en canvi era més tranquil, i era el seu germà qui li havia de dir sempre el que havia de fer. De sobte, un dia van canviar, i era el Sergi qui portava el control dels deures i el que s'havia de fer a classe"*

Aquest fet s'explica perquè tots dos germans tenen un caràcter molt semblant i segons la situació o la fase que experimentin expressen una part o una altra, i s'influeixen l'un a l'altre buscant un equilibri, és a dir, que **les seves reaccions són una reacció a les de l'altre.**

Això provoca que els bessons que no han crescut junts, tot i haver rebut influències de l'entorn diferents, a vegades s'assemblin més que els que sí que s'han



criat junts, ja que a l'estar separats cadascun es desenvolupa tal com és, tot i que aquests casos són molt excepcionals; i també que alguns germans que sí viuen junts, no siguin capaços de desenvolupar la seva pròpia identitat, degut al vincle tan estret que els uneix i a la seva necessitat de tenir una identitat pròpia i diferent de l'altre. Aquests últims sovint mantenen una relació d'amor-odi, i s'acaben distanciant a l'adolescència, que és el moment en que els germans comencen a formar la seva personalitat i a buscar la seva identitat, però més endavant, un cop han passat aquesta fase, es tornen a unir. Aquest és el cas, per exemple, d'unes dones que he entrevistat a la part pràctica del meu treball.



Còpies idèntiques?

PART PRÀCTICA

Bé, ara ja ens endinsem en la part pràctica, en la qual, com ja he dit en la introducció, he realitzat entrevistes a diferents parelles de bessons, i un vídeo que es troba al final de la memòria del treball.

9. Model d'entrevista

- **Nom:**
- **Cognoms:**
- **Sexe:**
- **Edat:**
- **Pes:**
- **Altura:**
- **Mà dominant:**
- **Fumador:**
- **Nom:**
- **Cognoms:**
- **Sexe:**
- **Edat:**
- **Pes:**
- **Altura:**
- **Mà dominant:**
- **Fumador:**

JUNTS

- **Quin és el vostre color preferit?**
- **Quin és el vostre menjar preferit?**
- **Quin tipus de música us agrada escoltar?**
- **Teniu algun grup preferit? Quin?**
- **Com definiríeu el vostre estil de roba?**
- **Practiqueu algun esport o alguna altra activitat?**
- **Us agrada el futbol? De quin equip sou?**
- **Què és el que més us agrada fer?**
- **A què dediqueu el vostre temps lliure?**
- **Quina habilitat destacaríeu de cadascú de vosaltres?**
- **Hi ha alguna habilitat en què destaquí només un dels dos?**
- **Què us agradaria estudiar en un futur? A què us voleu dedicar?**
- **Com veieu la vostra vida d'aquí a 20 anys?**
- **Penseu que un dels dos és més estudios que l'altre?**
- **Teniu alguna al·lèrgia?**
- **I alguna malaltia? (diabetis, asma, miopia...)**
- **Os poseu malalts a la vegada?**

PER SEPARAT

- **Com et descriuries a tu mateix?**
 - **Ets extravertit, o més aviat tímid?**



- T'agrada estar sol o estar sempre envoltat de gent?
 - Ets una persona nerviosa o tranquil·la?
 - Ets generós?
 - Ets una persona influenciable?
 - Diries que ets una persona amb imaginació, creativa?
 - Em diries 3 virtuts teves i 3 defectes?
-
- Com descriuries al teu germà?
 - Em diries també algunes virtuts seves i alguns defectes?
-
- De les vostres afinitats, quina destacaries?
 - I de les vostres diferències?
 - Creus que us assemblàveu més de petits o igual que ara?
 - Com diries que és la teva relació amb el teu germà?
 - Us baralleu molt?
 - Us expliqueu les vostres coses?
 - I de petits com era?
 - Normalment, veieu les coses des del mateix punt de vista, o teniu opinions molt diferents? Per exemple?
 - Compartiu un grup d'amics o cadascú surt amb gent diferent?
 - I de petits?
 - Creus que el fet d'estar amb el teu germà et dona seguretat a l'hora de relacionar-te amb gent nova?
 - Quantes hores al dia, més o menys, passeu junts?
 - Alguna vegada has sentit la necessitat d'allunyar-te del teu germà?
 - I de fer alguna cosa per sentir-te diferent?
 - Teniu més germans o germanes?
 - Amb qui t'avens més, amb el teu germà bessó o amb el que no ho és?
 - Podries comparar la relació que tens amb el teu germà bessó i la que tens amb el que no ho és?
 - A qui t'assembles més?
 - Penses que la relació entre germans bessons és igual que entre germans que no ho són? Per què?
 - El fet d'assemblar-vos tant físicament, provoca que la gent us tracti d'igual manera?
 - Recordes si de petits, la teva mare estava més amb tu que amb el teu germà, o al revés?



10. Anàlisi de les entrevistes

	Javi Cruz Garcia	Manuel Cruz Garcia
Edat	18	
Sexe	Masculí	
Pes (kg)	72	69
Altura (m)	1.74	1.75
Mà dominant	Dreta	Dreta
Fumador/a	Sí	Sí
Al·lèrgies	Pol·len i picades d'abella	Pol·len i picades d'abella
Altres malalties	-	-

Taula 1

La relació entre el Javi i el Manolo és una mica complicada. La seva germana la defineix com una relació d'amor-odi. És molt distant i no s'avenen gaire, poden passar molts dies sense ni tan sols parlar tot i que viuen sota el mateix sostre, ja que, segons ells, els seus caràcters xoquen massa i es barallen molt. Tot i així, en els petits moments en que deixen enrere les seves discussions reconeixen que s'entenen més que amb ningú altre.

M'han explicat també que la seva relació de petits era tot el contrari, s'entien moltíssim i sempre preferien estar junts que amb una altra gent. Però davant de la pregunta sobre a què era degut aquest canvi, no em van saber respondre cap dels dos.

Per altra banda, quan els he demanat que es descriguin a ells mateixos, tots dos han coincidit en què són nois generosos i que es relacionen fàcilment amb la gent, però al vídeo de l'entrevista es pot veure com el Javi es mostra molt més relaxat i obert davant de la càmera, mentre que el Manolo sembla més cohibit.

A més a més, això ho puc confirmar i complementar, perquè amb aquests dos germans compto amb un avantatge, i és que jo mateixa els conec des de fa temps a tots dos. És molt curiós el seu cas, perquè si fes una descripció general de cadascun d'ells utilitzaria els mateixos adjectius per a tots dos, tal com han fet ells: sociables, generosos, no gaire treballadors, divertits, etc. Però realment, la seva manera de fer les coses és totalment diferent. Per exemple, com ja he dit, tots dos són molt sociables i gens tímids, però no es relacionen amb la gent de la mateixa manera. El Javi agafa confiança amb la gent molt més ràpid que el Manolo, no l'importa la primera impressió que pugui causar, és molt obert i sempre expressa els seus sentiments i el que pensa. La seva manera de parlar, i fins i tot de mirar és molt més tendre i amable que la del Manolo, i això, si us fixeu, en el vídeo ho podreu comprovar. Això no vol dir que el Manolo sigui tot el contrari, però ell es mostra una mica més reservat al



començament, i tot i que agafa confiança ràpidament, se sol guardar els problemes per a ell. Amb la majoria de la gent és més distant, amb excepció d'aquells a qui coneix realment.

Aquest és només un exemple, ja que com aquesta hi ha moltes més diferències. La seva germana gran, que és de les persones que més els coneix, coincideix en que són dues persones molt diferents en molts aspectes, per tant, compto amb la opinió de la seva germana, que confirma el que jo he explicat. De la mateixa manera, ells mateixos es consideren dues persones totalment diferents, com podem veure en aquest fragment de l'entrevista amb el Javi:

- **Malena:** *Alguna vegada has tingut la necessitat de fer alguna cosa per diferenciar-te del teu germà?*

- **Javi:** *No, no ho he fet mai, es **que fem coses diferents perquè som diferents**, som totalment distints, no sé com dir-ho però som diferents...Ell potser de petit jugava amb els cotxes i jo amb l'action man, ell feia alguna cosa i jo no, però ho fèiem perquè som així, no per diferenciar-nos.*



Gràfic 14. En aquesta imatge podem veure a el Javi i el Manolo, en aquest orde. La entrevista es va realitzar a casa meva.



	Sandra Macias Solsona	Clàudia Macias Solsona	Júlia Carbonell	Cèlia Carbonell	Jan Carbonell Muñoz	Roc Carbonell Muñoz
Edat	12		12		12	
Sexe	Femení		Femení		Masculí	
Pes (kg)	40	37	40	41	41	40
Altura (m)	1.50	1.50	1.60	1.62	1.48	1.47
Mà dominant	Dreta	Dreta	Esquerra	Dreta	Dreta	Dreta
Al·lèrgies	-	A la pols	-	-	Picadures de mosquit	Als gats
Altres malalties	-	-	-	-	-	-

Taula 2

Situo les tres taules juntes perquè a partir d'aquestes tres parelles de bessons he extret les mateixes conclusions. Podria dir que, de totes les parelles entrevistades, aquestes tres són de les que, pel meu parer, més s'assemblen entre ells, tant físicament com de personalitat.

Certament, les seves respostes eren una mica breus, suposo que perquè no em coneixien, i tot i que vaig intentar que se sentissin el més còmodes possible, com que els estava filmant amb una càmera, segurament es van sentir una mica cohibits. A més a més, el fet de que siguin les persones més joves que he entrevistat fa que el seu nivell d'autoconeixement no sigui tan elevat com el que pot tenir una persona adulta, i això també cal tenir-ho en compte a l'hora d'interpretar les seves respostes.

Però tot i que en un principi pugui semblar que això no m'hagi permès extreure informació a partir d'ells, no és així. Per començar, tots ells van dir que s'assemblaven molt, però el més destacable, és la manera en què es comportaven davant de la càmera i durant tota l'entrevista, en especial la Sandra i la Clàudia.

Començaré parlant de la Sandra i la Clàudia, les quals, com ja he dit, responien molt breument, però ho feien de la mateixa manera. Totes dues responien algunes preguntes assentint o negant amb el cap, i em vaig adonar que, quan no sabien com respondre, somreien i es mossegaven el llavi. A més a més, semblaven una mica nervioses, i es movien sobre la cadira o es tocaven el cabell de la mateixa manera. En general, feien gestos molt similars, i tenen la mateixa manera de parlar. A més a més, com que les entrevistes les vaig fer per separat, em responien sense haver sentit prèviament la resposta de l'altra, i tot i així, quasi sempre responien el mateix. Això



Còpies idèntiques?

demostra que no només les seves característiques són semblants, sinó que la seva manera d'actuar també ho és, ja que mentre feia la segona entrevista, tenia la sensació d'estar parlant amb la mateixa persona que feia una estona.

Un cas similar és el de la Júlia i la Cèlia, les quals miraven cap a un mateix costat simultàniament quan sentien una pregunta, i després per contestar tornaven a mirar cap a endavant. També es buscaven la mirada moltes vegades abans de respondre... De totes maneres, en elles no eren tan marcades les semblances dels seus gestos com els de la Sandra i la Clàudia, i a més a més, vaig veure que la Cèlia era la que més facilitat tenia per parlar i expressar-se, ja que era la que normalment contestava primer, i la Júlia era una mica més tímida.



Gràfic 15. Clàudia i Sandra



Gràfic 16. Júlia i Cèlia, totes dues entrevistes han estat realitzades a l'Institut de Teià

Amb el Jan i el Roc, en canvi, ja no tenia aquesta sensació d'estar parlant amb dues persones tan semblants. Per començar el seu estil és diferent, el seu cabell i la manera de vestir, tal com podem veure en la fotografia, també ho és, per tant, a simple vista no sembla que el seus físics siguin tan iguals. Quan vaig començar a parlar amb ells, de seguida vaig percebre que el Roc parlava amb més seguretat, més energia i de forma més extravertida que el Jan, i ells mateixos em van dir que el Roc és una mica més alegre normalment. De totes maneres, continuen pensant que tenen caràcters molt similars. Tots dos diuen que normalment veuen les coses des del mateix



Còpies idèntiques?

punt de vista, i tenen les mateixes opinions. Expliquen també, que el seu comportament a casa i a l'escola és molt semblant.

Per tant, tot i les petites diferències que jo he notat a simple vista, i d'algunes altres que ells m'han dit, aquests germans continuen sent dels que més s'assemblen de tots els que he entrevistat.



Gràfic 17. En Jan i en Roc. L'entrevista es va realitzar a l'Institut de Teià

M'he trobat amb alguns casos, com el de la Sandra i la Clàudia, per exemple, o el Jan i el Roc, entre altres, en que els germans són al·lèrgics a coses diferents, o bé que un pateix alguna al·lèrgia i l'altre no. Davant d'això jo m'he preguntat què es deu a aquest fet, i he consultat en la bibliografia.

Per començar, una al·lèrgia és una resposta immunitària exagerada davant d'un determinat antigen que habitualment no és patògen, causant un mal funcionament de l'organisme.

El desenvolupament d'una al·lèrgia pot tenir diverses causes, però el factor més decisiu per a la seva aparició és la predisposició genètica, tot i que aquesta predisposició no determina el seu desenvolupament, ja que el desencadenant és l'ambient. Són molt decisius els primers mesos de vida del nen, en els quals es posa en contacte amb la majoria d'al·lèrgens als que estarà exposat per a la resta de la seva vida, i degut a la immaduresa del seu sistema immunològic és aquest el moment en el que existeix el major risc per al nen de quedar sensibilitzat.

S'especula també sobre que el consum d'aliments transgènics pot provocar al·lèrgies, tot i que no està demostrat, de la mateixa manera que es desconeixen els motius de l'aparició d'una al·lèrgia a una edat més avançada.

Per tant, que un germà tingui una al·lèrgia i l'altre no, o que en tinguin a antigens diferents, s'explicaria a partir de les petites diferències en l'ambient, i en què els bessons, realment, no tenen l'ADN del tot idèntic a causa de les variacions del nombre de còpies de l'ADN durant el desenvolupament embrionari.



	Maria Rosa Turell	Mercè Turell
Edat	55	
Sexe	Femení	
Pes (kg)	88	80
Altura (m)	1.65	1.65
Mà dominant	Dreta	Dreta
Fumador/a	No	Sí
Al·lèrgies	-	-
Altres malalties	Malaltia genètica als ossos i quist a la matriu	Quist a la matriu

Taula 3

La Maria Rosa i la Mercè van explicar durant l'entrevista que tenen caràcters bastant diferents i que no coincideixen en veure les coses des del mateix punt de vista, tot i això deien que s'assemblen molt més ara que de joves i bastant menys que de petites.

Segons elles, aquesta variació ve lligada a la història que ha tingut la seva relació. De petites s'assemblaven moltíssim en tots els aspectes, però quan van arribar a l'adolescència, la cosa va canviar. Els primers anys, els seus pares només les deixaven sortir i fer coses si anaven juntes, i segons elles, es va anar creant una rivalitat. Quan van tenir edat suficient com per sortir soles, es van distanciar molt, i van començar a fer coses totalment diferents, sortint amb altres amics, i fins i tot van marxar a viure a llocs diferents... Afirmen que durant aquesta època no s'assemblaven gens, i quasi bé no es veien.

Però finalment es van casar, i es van instal·lar a la mateixa ciutat. A partir d'aquest moment, els seus estils de vida van començar a seguir la mateixa dinàmica, i va ser aleshores quan van reprendre la seva relació, i que ha continuat així fins a dia d'avui. També m'han comentat que els seus homes s'assemblen molt també.

Aleshores a partir d'aquí hi ha dues possibilitats: Que sigui la rivalitat que existia entre totes dues la que va provocar que elles mateixes s'esforcessin per fer el contrari que feia l'altra i així anar-se diferenciant i creant una individualitat més marcada i pròpia, o que el fet de canviar d'ambient i sortir amb altra gent sigui el causant que va crear les diferències.

Aquestes dues dones tenen el mateix potencial genètic per ser de la mateixa manera, com tots els bessons univitel·lins, però segons en quina etapa de la seva vida es trobessin, han desenvolupat una part d'aquest potencial o una altra, sigui quin sigui



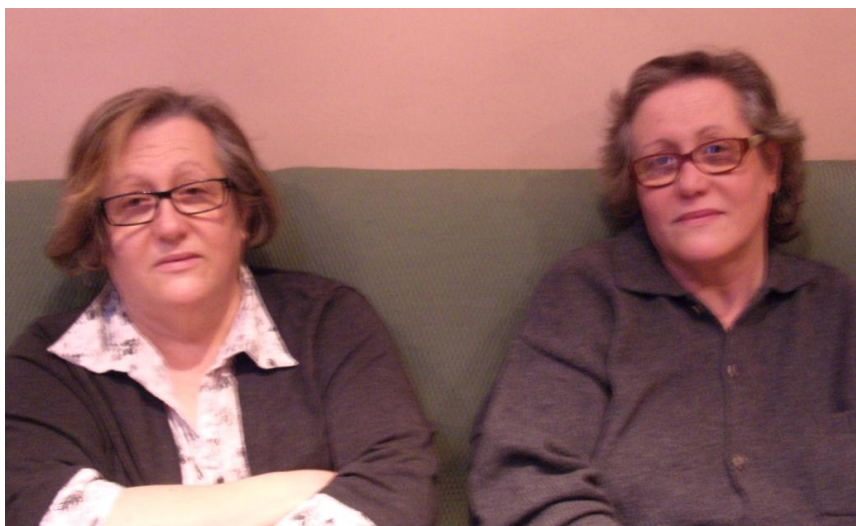
el causant, el cas és que ho han fet d'una manera diferent. Això és important tenir-ho en compte, perquè molts germans bessons, inconscientment o conscientment fan coses per diferenciar-se del seu germà en l'etapa de la recerca de la seva individualitat com a persones, i és possible que això sigui el que els va passar a la Maria Rosa i la Mercè. Tot i així, diuen que partir d'aquella etapa ja no han tornat a compartir totes aquelles semblances que les feien tan iguals.

A més de tot això, em van explicar també que la M^a Rosa està operada de l'esquena, a causa d'una malaltia genètica als ossos que va patir un any enrere, i els metges han advertit que el més probable és que la Mercè també la pateixi.

De la mateixa manera, la Mercè va ser operada de la matriu a causa d'un quist, i la M^a Rosa està a punt d'operar-se per la mateixa raó.

El fet que manifestin la mateixa malaltia en diferents èpoques també ens confirma la importància de l'ambient, o les condicions de vida de cadascuna, en l'expressió de la informació genètica.

Per tant, amb aquesta parella es pot veure com l'entorn i l'ambient tenen una clara influència en la personalitat de les persones.



Gràfic 18. La Maria Rosa i la Mercè durant l'entrevista, que es va realitzar a casa de la Maria Rosa.



	Daniel Nieto Pujadas	Marta Nieto Pujadas	Núria Nieto Pujadas
Edat		13	
Sexe	Masculí		Femení
Pes (kg)	43	46	47
Altura (m)	1.56	1.63	1.59
Mà dominant	Dreta	Dreta	Esquerra
Al·lèrgies	Sí, causes desconegudes	-	Sí, causes desconegudes
Altres malalties	-	-	-

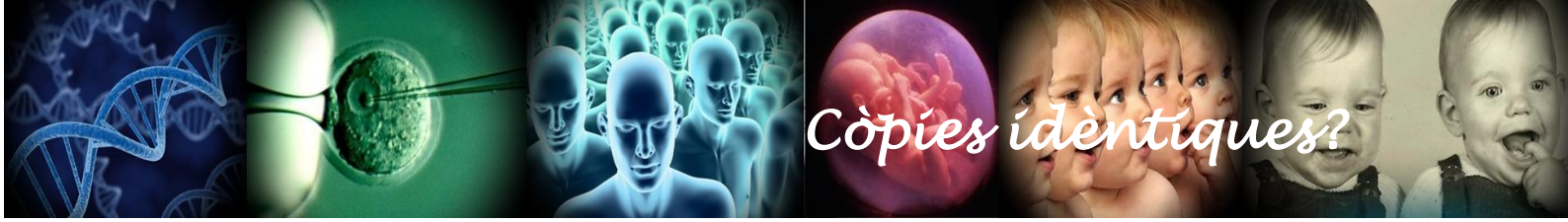
Taula 4

De trigèmins poden haver-hi de tres tipus: trizigòtics, dizigòtics i monozigòtics. El cas de la Marta, la Núria i en Daniel és el segon. Això vol dir que provenen de dos òvuls diferents, però que un d'ells es va dividir quan ja estava fecundat en dos parts separades, de manera que van néixer la Marta i la Núria, amb el mateix material hereditari, i el Daniel, provinent d'un òvul i un espermatozoide diferents, i per tant amb un ADN diferent.

El resultat obvi d'aquesta entrevista hagués estat que la Núria i la Marta s'assemblassin molt més entre elles que a el Daniel, però ha estat tot el contrari. Elles dues afirmen no assemblar-se en gairebé res a part de en el físic, mentre que la Marta comparteix moltes més característiques amb el Daniel, com els gustos i aficions, les habilitats i fins i tot la manera de parlar i riure. La Núria també té una cosa en comú amb el Daniel, i és que tots dos s'enfaden amb molta facilitat, mentre que la Marta és més tranquil·la. Per tant, el més curiós és que totes dues s'assemblen al Daniel, però tot i així tenen caràcters bastant diferents entre elles. Aquest fet crida l'atenció, però és un clar exemple de que no tot és genètica.



Gràfic 19. Trigèmins: El de l'esquerra és en Daniel, la del centre la Núria i la de la dreta la Marta. L'entrevista es va realitzar a l'Institut de Teià.



	Luís Rodríguez Elvira	Dani Rodríguez Elvira
Edat	17	
Sexe	Masculí	
Pes (kg)	67	69
Altura (m)	1.73	1.73
Mà dominant	Esquerra	Dreta
Fumador/a	No	No
Al·lèrgies	-	-
Altres malalties	-	-

Taula 5

El Dani i el Luís són un cas semblant al de la Maria Rosa i la Mercè, però no tan exagerat. Davant de la pregunta de si s'assemblen molt entre ells, han respost que sí, però que molt menys que anys enrere. Van començar a diferir en quant a gustos en el moment en que van començar a sortir amb noies i van deixar de passar tant temps junts com ho feien abans. Ja no vesteixen de la mateixa manera, ja no els agrada el mateix tipus de música, i encara que als dos els agraden molt els esports, practiquen dos esports totalment diferents: futbol i senderisme. Aquest canvi, segons ells, s'ha produït d'una manera molt sobtada, en un o dos anys, però tot i que han aparegut diferències entre ells, aquestes són molt petites, ja que en general continuen sent les mateixes persones que anys enrere: són nois tímids que prefereixen passar desapercibuts, generosos, una mica rancorosos però que cuiden molt a la gent que estimen...

En definitiva, el que he pogut concloure és que les diferències que van apareixent entre els germans bessons al llarg dels anys són inevitables. El seu caràcter no canvia d'una manera molt exagerada, si no que van sorgint petites diferències, que es poden notar més en alguns bessons o menys en altres.

Gràfic 20. Fotografia del Luís i el Dani a casa meva durant l'entrevista.





A les entrevistes he preguntat sobre la mà dominant perquè volia saber si hi havia bessons que escriuen amb una mà diferent que l'altre, el resultat ha estat que sí, com l'exemple del Dani i el Luís.

El fet d'escriure amb una mà o una altre ve determinat per un fenomen que s'anomena **lateralitat**, que és una característica neurològica que es basa en que totes les persones tenen preferència per utilitzar una de les seves mans o una altra, i aquesta lateralitat ve determinada genèticament, tot i que, segons el psicòleg i pedagog francès René Zazzo, és possible que també tingui un component ambiental, com per exemple, a quina mà li donen els objectes els pares al seu fill els primers mesos de vida.

Per altra banda, el fet de que escriguin amb la mà contrària també pot ser degut a que es tracti de **bessons mirall**. Quan parlem de bessons mirall ens referim a aquells bessons univitel·lins que posseeixen característiques idèntiques en costats oposats del cos. Això és degut a que l'embrió es divideix en una fase més avançada del seu desenvolupament, quan el costat dret i esquerre de l'òvul fecundat ja està definit. Una de les característiques físiques que presenten aquests bessons, com ja he dit, és que un sigui esquerrà i l'altre dretà.

	Víctor Cachinero Trujillo	Edgar Cachinero Trujillo	Gerard Àvila Álvarez	Adrià Àvila Álvarez
Edat	15		17	
Sexe	Masculí		Masculí	
Pes (kg)	46	45	55	56
Altura (m)	1.61	1.62	1.66	1.65
Mà dominant	Esquerra	Dreta	Dreta	Dreta
Fumador/a	Sí	Sí	No	No
Al·lèrgies	-	-	-	-
Altres malalties	-	-	-	-

Taula 6

El Gerard i l'Adrià, com la majoria dels bessons, comparteixen la seva passió pel món artístic, pel dibuix i el teatre. Són dos germans molt units que passen la majoria del temps junts, amb un semblant físic impressionant i moltíssimes afinitats, però també amb molts petits detalls de la seva personalitat que marquen diferències entre ells.



El Víctor i l'Edgar s'han descrit a ells mateixos d'una manera molt similar: tots dos són molt sociables, imaginatius, els agrada molt dibuixar, s'enfaden amb molta facilitat... En definitiva, són dues persones molt semblants: des de la manera de vestir, les seves aficions, fins al punt de que s'entenen tan bé que prefereixen sortir junts en comptes d'anar amb grups diferents. Tot i així, posen l'exemple de la relació que tenen amb el seu germà gran. Mantenen una bona relació, i s'assemblen bastant, però pensen que si no coincideixen tant amb ell en molts aspectes es deu al fet de què el Víctor i l'Edgar han nascut el mateix dia, i han passat molts més moments junts que el seu altre germà amb ells, tal com podem veure en aquest fragment de l'entrevista amb el Víctor:

- **Malena:** *¿Crees que la relación entre hermanos que no son gemelos es igual que entre hermanos que sí lo son?*
- **Víctor:** *No, no lo creo, porque siempre van a estar más unidos unos que están siempre juntos que no los otros.*
- **Malena:** *Es decir, ¿tú crees que el hecho de que los hermanos gemelos estén tan unidos es porque son de la misma edad y pasan más tiempo juntos?*
- **Víctor:** *Sí, es por eso.*

El Gerard i l'Adrià, per altra banda, no tenen cap altre germà, però les seves respostes durant l'entrevista confirmen el que diuen l'Edgar i el Víctor. Adjunto un fragment de la seva entrevista:

- Malena:** *Penseu que la relació entre germans bessons és igual que entre germans que no ho són?*
- Gerard:** *No, jo em veig més unit al meu germà que altres germans.*
- Adrià:** *I si fóssim diferents, un més gran que l'altre, jo crec que no tindriem la mateixa relació pel tema d'edats, perquè clar nosaltres hem crescut junts i tots els canvis els hem patit junts i això et marca i et fa estar més unit a ell, però si tens un germà amb el que et portes deu anys de diferència, es nota. La relació és una mica diferent.*



Per tant, d'aquestes dues entrevistes puc concloure que les diferències o semblances i la relació entre dos germans venen molt relacionades amb la quantitat d'experiències que comparteixen.



Gràfic 21. Fotografia del Gerard i l'Adrià durant l'entrevista, realitzada a una plaça de Granollers.



Gràfic 22. Fotografia de l'Edgar i el Víctor durant l'entrevista, realitzada a casa meua.

Noelia Rodríguez Irene Rodríguez

Edat	16	
Sexe	Femení	
Pes (kg)	63	66
Altura (m)	1.69	1.71
Mà dominant	Dreta	Dreta
Fumador/a	No	No
Al·lèrgies	Al préssec	-
Altres malalties	-	-

Taula 7

Les últimes bessones entrevistades han estat la Noelia i la Irene. Aquestes noies, per començar, físicament no s'assemblen tant com la resta, la forma de la cara i del nas és diferent. Però no només és això, sinó que normalment tenen opinions diferents,



i durant l'entrevista ho han demostrat, en varies ocasions, quan responien de manera diferent a diverses preguntes. La Noelia explicava que els seus coneguts sempre diuen que no s'assemblen massa, i que la seva personalitat, un cop les coneixen bé, és diferent.

A més a més, la Noelia semblava que portés la veu cantant, era la primera en respondre, la que més parlava, mentre que la Irene només confirmava el que ella deia, o donava la seva opinió si estava en desacord.

Per altra banda, la Noelia és una noia que gesticula molt a l'hora de parlar, és més expressiva, i la Irene quasi bé no movia els braços o les mans. Per tant, puc dir que fins i tot els seus gestos són diferents.



Gràfic 23. Noelia i Irene. L'entrevista es va realitzar a casa seva, a Granollers.

	Pol	Oriol
Edat	14	
Sexe	Masculí	
Pes (kg)	60	50
Altura (m)	1.72	1.67
Mà dominant	Esquerra	Dreta
Al·lèrgies	-	-
Altres malalties	-	-

Taula 8

El Pol i l'Oriol no són bessons monozigòtics com la resta dels entrevistats, són bivitel·lins.

Aquesta entrevista m'ha servit per contrastar les diferències i semblances que hi ha entre els bivitel·lins i els univitel·lins. I veure que tot i que existeixen diferències



entre els monozigòtics, aquestes són molt més petites que les existents entre els altres germans que no ho són.

Simplement el que puc dir d'ells és que són persones molt diferents. Per començar, el Pol és una persona molt tímida, que sempre ha tingut el mateix grup d'amics, però molt inquieta, mentre que l'Oriol és molt més parlador, li costa molt menys relacionar-se amb la gent, i és molt més tranquil. A més a més els seus físics són molt diferents, i els seus gustos o preferències també. De la mateixa manera que diuen que molt sovint tenen disparitat d'opinions. En definitiva, comparteixen les similituds i les diferències que tenen els germans normals.

Per tant, veiem que, malgrat que aquests germans tenen la mateixa edat, poden arribar a ser molt diferents. Això demostra que realment la genètica té un enorme pes en la personalitat de les persones, tot i que de vegades, els bessons univitel·lins puguin fer-nos dubtar amb les seves diferències, ja que en aquest cas, l'ambient ha estat molt similar, i tot i així ells són dues persones molt diferents.



Gràfic 24. Pol i Oriol. Es veu com el seu físic és molt diferent. L'entrevista es va realitzar a l'Institut de Teià.



CONCLUSIONS

Per començar, un dels meus objectius era esbrinar les semblances i diferències entre els germans bessons, i després de les entrevistes realitzades, puc acabar conclouent que físicament són quasi indistingibles, i que realment tenen infinitat de coses en comú. La majoria adopten la mateixa postura al seure, fan gestos similars i les diferències entre pes i altura no són gaire marcades. Però els nois i noies de dotze anys, són els que més semblances presenten en quant a caràcter, els únics que han respost: "Sí" sense peròs a la pregunta de: "Creus que t'assembles al teu germà bessó?", i la resta tots coincideixen en que s'assemblaven molt més de petits que ara, sense cap excepció.

He comprovat que a mesura que van creixent, van apareixent cada cop més diferències entre ells, i m'he trobat amb casos en què ells mateixos es consideraven dues persones totalment diferents.

El moment en el què es comencen a notar aquestes diferències de manera més sobtada és a l'adolescència, que és la època en la que comencen a sortir, a madurar, a buscar la seva individualitat... És el moment en el que es distancien una mica més l'un de l'altre, comencen a obrir-se a noves experiències, experiències que no viuran tots dos.

És a dir, tot i compartir el material hereditari, els bessons univitel·lins no són idèntics entre ells, ni molt menys. De vegades ni tan sols tenen les mateixes malalties, com per exemple les al·lèrgies, o les pateixen en èpoques diferents.

També m'he adonat que hagués obtingut una informació més rica i completa si hagués entrevistat als seus progenitors, ja que han estat observadors dels bessons des del seu naixement i tenen un profund coneixement de com són i de la seva evolució.

És cert que els bessons ja naixen amb subtils diferències en el seu genoma, causades per mutacions en la divisió de les cèl·lules en els primers estadis de desenvolupament, però tot i així, com ja he dit, són molt subtils, tot i que poden ser una part de l'explicació a algunes d'aquestes petites diferències entre ells.

A partir d'aquí, puc dir que tot i que és cert que l'ADN conté la informació sobre nosaltres, allò que ens acaba de definir del tot és l'ambient. Des del moment de la formació de la primera cèl·lula, el zigot, ja està escrit com serem, i al llarg del temps anem desenvolupant aquestes característiques que es troben en el nostre genoma.

Però la realitat no és tan simple, ja que també he comprovat que al llarg d'aquest temps també es produeixen canvis al nostre voltant, estem constantment rebent estímuls de l'exterior, i aquests petits canvis poden anar quedant gravats en els



nostres gens. En altres paraules, l'ambient juga un paper molt important en el desenvolupament d'una persona, determinant moltes de les seves característiques, ja que afecta de forma directa al nostre epigenoma, sense modificar l'ADN, però sí la seva expressió, i és aquesta l'explicació per les diferències existents entre els bessons univitel·lins, tot i tenir el mateix genoma. És per això, que dependrà de com de diferents siguin les condicions de vida dels dos bessons, tant l'alimentació com el seu entorn, per a que aquestes diferències siguin més o menys importants.

Això em permet tornar al tema de la clonació i, responent a la pregunta que em plantejava inicialment de *"Realment un clon estarà destinat a ser idèntic al seu progenitor?"*, la meua conclusió és que no. Aquest clon òbviament tindrà els trets més destacables del seu progenitor, la predisposició a ser de la mateixa manera en tots els aspectes, i sense dubte un físic quasi indistingible, però ja hem vist que els germans bessons no són idèntics, per tant, un clon tampoc ho serà. És més, un clon possiblement serà molt més diferent al seu progenitor del que ho són els bessons entre ells, ja que el que envolta als germans bessons des del mateix moment en què es comencen a desenvolupar a l'úter matern, és pràcticament igual. En canvi, un clon no creixeria en aquestes condicions, ni tan sols tindria la mateixa família, ni el tractarien amb el mateix amor i de la mateixa manera que van tractar al seu progenitor. Aquest clon no podria viure totes les experiències que va viure la persona de qui ha obtingut l'ADN.

A més a més, el clon rebrà el genoma d'una altra persona, però al llarg de la seva vida canviarà la seva expressió, i per tant tindrà el seu propi epigenoma. Per exemple, l'ovella Dolly patia diabetis, però la seva progenitora, en canvi, no. Això vol dir que la seva progenitora tenia aquest gen silenciada.

És important tenir present que tots som únics, no hi ha dues persones idèntiques en el món, ni tan sols els bessons univitel·lins. Si la naturalesa, que ha demostrat que és capaç de fer-ho gairebé tot, no ha estat capaç de produir dues rèpliques completament idèntiques, no ho podran pas fer les persones. Com a mínim, no encara ni d'aquesta manera.



Còpies idèntiques?

BIBLIOGRAFIA

Pàgines web

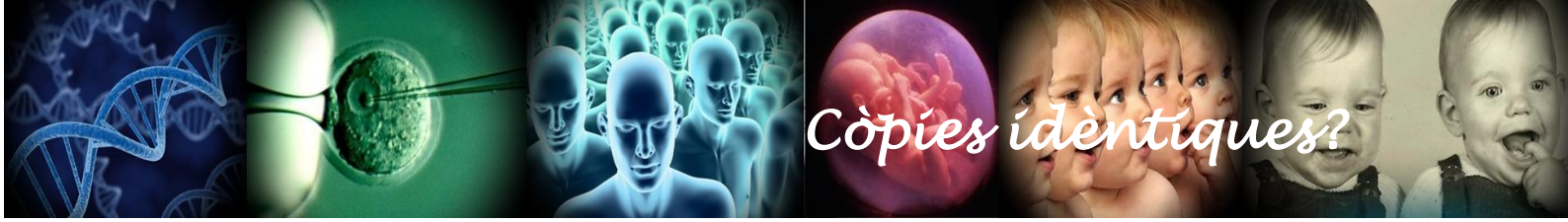
- University of Minnesota, *Minnesota Center for Twin & Family research*
<https://mctfr.psych.umn.edu/aboutus/index.html>
- Blog sobre gemelos, mellizos, trillizos o más* www.somosmultiples.com
- <http://www.prweb.com/releases/2013/11/prweb11319655.htm> John Lennon
- Isabel F.Lantigua, *El envejecimiento y el ambiente diferencian a los gemelos*
<http://www.elmundo.es/elmundosalud/2005/07/05/biociencia/1120576089.html>
- Biblioteca nacional de Medicina dels EE.UU, *Medline Plus*
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000812.htm>
- Sergi Banús Llor, *¿Qué es la lateralidad cruzada?*
<http://www.psicodiagnosis.es/areaclinica/trastornosnelambitoescolar/queeslalateralidadcruzada/>
- Universidad de Navarra, *Todo sobre la clonación*
<http://www.unav.es/cryf/clonacion.html>
- Juan Ceñal, *Hasta donde llegan los fans*, 25/09/2013
http://blogs.antena3.com/acusticamente/fanatico-beatles-esta-intentando-clonar-john-lennon_2013082600129.html

Llibres i articles

- Ciències de la naturalesa, biología i geologia de 4ESO*, Santillana
- Biologia 2n Batxillerat*, Barcanova
- Jaime Prats, EL PAÍS, *Més enllà de la genètica*. Dijous 9 de desembre del 2010.

Vídeos

- *Redes – Genes, clones y gemelos*
<http://www.redesparalaciencia.com/8172/redes/redes-138-genes-clones-y-gemelos>
- *Epigenética – La nueva revolución biológica*
<http://www.youtube.com/watch?v=UxDgerzMQ1U>
- *Redes- los genes que regulan nuestra personalidad*
<http://www.youtube.com/watch?v=utjvKAY6v6Q>



- *Human Clones - Through the Wormhole*

<http://www.youtube.com/watch?v=dzJx2dl8MA8>

- Tràiler de la pel·lícula "Godsend" Incorporat al vídeo.

<http://www.youtube.com/watch?v=5OkbdANBMgU>



-Agraïments-

En primer lloc, vull agrair a la meva tutora del Treball de Recerca, Anna Mallo, per la seva orientació i implicació en el treball.

També agraeixo a totes les parelles de bessons entrevistades per la seva ajuda i col·laboració, sense la qual, aquest treball no hagués estat possible, així com a l'Institut de Teià per haver-me facilitat moltes de les entrevistes.

Per últim, vull agrair molt especialment als meus pares per la paciència que han tingut i el suport que m'han donat.