

# MÉS MÉS ENLLÀ DE LA GENÈTICA



"Wollt ihr das Volk bessern,  
so gebt ihm statt Deklamationen gegen die Sünde bessere Speisen.  
Der Mensch ist, was er isst".

*"Si se quiere mejorar al pueblo,  
en vez de discursos contra los pecados denle mejores alimentos.  
El hombre es lo que come".*

**Ludwig Feuerbach**

# ÍNDEX

---

- INTRODUCCIÓ	6
- OBJECTIUS	7
- METODOLOGIA	8
<u>I. PART TEÒRICA</u>	
1 ELS CROMOSOMES	9
1.1 TIPUS DE CROMOSOMES	10
1.2 DOTACIÓ CROMOSÒMICA	10
2 DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGIA MOLECULAR	12
2.1 REPLICACIÓ DE L'ADN	12
2.2 TRANSCRIPCIÓ DE L'ADN	15
2.2.1 PAPER QUE JUGUEN ELS INTRONS	17
2.3 TRADUCCIÓ DE L'ADN	18
2.3.1 EL CODI GENÈTIC	19
2.3.2 MECANISME DE TRADUCCIÓ	19
3 EPIGENÈTICA	21
3.1 QUÈ ES?	21
3.2 DIFERENCIACIÓ CEL·LULAR	22
3.2.1 CÈL·LULES MARE	22
3.2.1.1 CONCEPTE DE CÈL·LULA MARE I PROCÉS DE REPROGRAMACIÓ	22
3.2.1.2 COM ES CLASSIFIQUEN?	23
3.3 FECUNDACIÓ I DESENVOLUPAMENT EMBRIONARI	24
3.3.1 LA FECUNDACIÓ	24

3.3.2	DESENVOLUPAMENT EMBRIONARI	25
3.3.2.1	SEGMENTACIÓ	25
3.3.2.2	GASTRULACIÓ	26
3.3.2.3	DIFERENCIACIÓ DE TEIXITS I ÒRGANS	27
3.3.2.3.1	INDUCCIÓ EMBRIONÀRIA	27
3.3.2.3.2	DIFERENCIACIÓ DE LES CAPES GERMINATIVES	28
3.4	MARQUES EPIGENÈTIQUES	28
3.5	PER QUÈ ENVELLIM? EL TELÒMER	30
3.5.1	FUNCIÓ DEL TELÒMER DINS DE L'ADN	30
3.5.2	EL TELÒMER COM A POSSIBLE CAUSANT DE L'ENVELLIMENT	31
4	EPIGENÈTICA I LA INFLUÈNCIA DELS FACTORS AMBIENTALS	32
4.1	SIGNIFICA L'HERÈNCIA EPIGENÈTICA EL RETORN DEL LAMARCKISME?	32
4.2	EL CAS D'ADN IDÈNTICS (BESSONS UNIVITEL·LINS)	33
4.3	PRINCIPALS INFLUÈNCIES EXTERNES	34
4.3.1	ALGUNS EXEMPLES SOBRE COM LA DIETA POT AFECTAR ELS NOSTRES GENS	34
4.3.1.1	L'ÚS DEL TE VERD EN EL JAPÓ	35
4.3.1.2	EL CAS DE LES DONES EMBARASSADES I ELS NADONS	35
4.3.1.3	EL BISFENOL A	37
4.3.1.3.1	INFORMACIÓ GENERAL	37

## II. PART PRÀCTICA

I.	RELACIÓ DELS PRODUCTES ESTUDIATS DE DIVERSOS SUPERMERCATS	39
II.	ESTUDI DE LA CLASSIFICACIÓ DELS PRODUCTES SEGONS EL SEU NÚMERO DE RECICLATGE I EL SEU PROCÉS D'ESCALFAMENT	47
III.	ESTUDI DE LA CLASSIFICACIÓ DELS PRODUCTES SEGONS EL SEU ESTAT FÍSIC	48
IV.	ESTUDI DE LA PRESENCIA DE BIBERONS DE PLÀSTIC O VIDRE EN FARMÀCIES I SUPERMERCATS	50

–	<b>COMENTARIS</b>	<b>51</b>
–	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>53</b>
–	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>54</b>
–	<b>ANNEXOS</b>	<b>56</b>
–	Annex 1: <b>BREU ANÀLISI D'ARTICLES DE DIARI SOBRE EL BISFENOL A</b>	<b>56</b>
–	Annex 2: <b>GLOSSARI</b>	<b>58</b>
–	<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>59</b>

# INTRODUCCIÓ

---

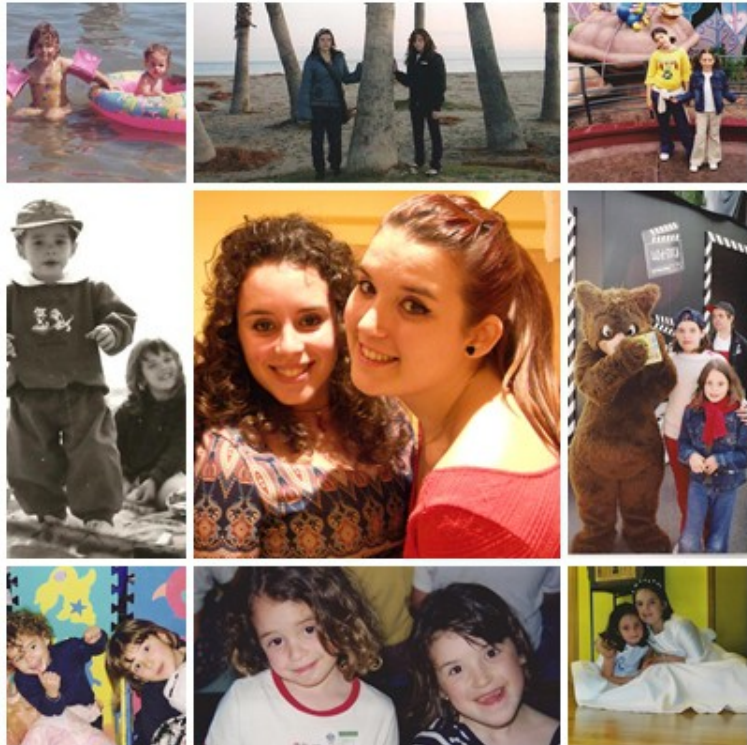
Al principi no tenia gens clar sobre què tractaria el meu treball. Allò que més m'interessa sempre han estat temes relacionats amb la biologia, i més concretament amb la genètica o temes en què intervingui la salut humana. Per això vaig rumiar-me la idea de fer-ho sobre la radioactivitat, a partir de l'accident que va haver a Txernòbil, enfocant-lo des d'un punt de vista biològic. El problema era que aquest tema no em cridava excessivament l'atenció.

Va ser a partir de la *pregunta* que em vaig fer sobre per què la meva germana i jo, que tenim els mateixos pares, vivim en el mateix ambient familiar i considero que hem estat educades de la mateixa manera, siguem tan diferents. No em refereixo només a l'herència genètica, sinó també en el caràcter.

La meua *hipòtesi* a aquesta pregunta és el fet de que tot i tenir els mateixos pares, i encara que jo cregui que hem estat educades de la mateixa manera, segurament no ha

estat així. La meua germana va ser la primera, és tres anys més gran que jo, i probablement ella va tenir coses que jo no vaig tenir, de la mateixa manera que en l'escola ella tenia un grup d'amics i jo en vaig tenir un altre totalment diferent. Concluint, l'ambient s'ha encarregat de provocar unes reaccions en els meus gens que han estat diferents a les que ha provocat en els gens de la meua germana. Per tant, el meu **epigenoma** s'ha expressat d'una determinada manera, i el seu, d'una altra. Totes aquestes petites coses són les que ens han fet ser tan diferents.

A això vaig afegir-li curiositat quan en una classe de primer de batxillerat, a *Ciències per al món contemporani*, vaig llegir un article que em va semblar sorprenent i va fer que per fi aclarés les meves idees. Aquest article es titulava *Más allá de la genética*. El títol ja em va semblar interessant, i a mesura que el vaig anar llegint vaig adonar-me de l'existència d'una ciència relativament nova la qual mai havia sentit parlar: l'**epigenètica**. En el text s'explicava el fet de que tots els nostres gens formen una mena de sistema d'interruptors que s'encenen i s'apaguen en interacció amb l'ambient.



Quant més llegia, més atractiu em semblava aquell tòpic que fins al moment m'era totalment desconegut. Vaig trobar molt interessant el fet de que molts factors que ens envolten afecten el nostre organisme, i nosaltres no som capaços d'adonar-nos fins al cap del temps, quan aquest factor ha aconseguit que un determinat gen s'expressi, probablement, d'una manera inesperada.

A mesura que m'anava endinsant més en el tema, vaig veure que hi havia un factor extern força influent, possiblement un dels que en tenim menys consciència en quant a importància, en aquest sistema d'interruptors: l'alimentació. Vaig topat amb una substància química que no coneixia, el Bisfenol A, la qual és decisiva en el desenvolupament postembrionari. També em vaig adonar de que moltes idees que van ser rebutjades en el passat, actualment tenen el valor i la importància que aleshores no se li va donar.

## **OBJECTIUS**

---

1. Conèixer més profundament el significat del terme "epigenètica" i esbrinar com ens afecta a nosaltres. És un àmbit de la genètica molt atractiu pel fet de ser relativament nou i desconegut.
2. Tenir consciència de com els factors externs que ens envolten i que, a simple vista, ens semblen inocus, poden alterar el nostre desenvolupament i el dels nostres descendents.
3. Adonar-nos de la importància de l'alimentació en el nostre desenvolupament. Actualment, el fet de consumir una gran quantitat de productes elaborats industrialment pot passar factura, sense ni tal sols saber-ho, en el nostre organisme.
4. Esbrinar quins productes alimentaris són envasats en recipients de plàstic reciclat i quins no.
5. Esbrinar si es comercialitzen biberons fets de plàstic i si aquests porten *Bisfenol A*.

# METODOLOGIA

---

El meu Treball de Recerca consta de dues parts: la primera, una part teòrica, on la introdueixo amb informació general sobre els cromosomes, per poder després lligar-ho amb la dotació cromosòmica. Seguidament, com que el meu treball tracta de quina manera s'expressen els gens, explico quin procés segueix un gen per ser expressat, de manera que dono pas al tema principal enumerant els diferents mecanismes que té l'ADN: la replicació, la transcripció i la traducció. Més endavant m'endinso per fi en el tema principal, que és l'epigenètica. La major part de la informació que vaig trobar per aquest apartat la vaig extreure d'un vídeo que em va facilitar la meva cosina, titulat: *Epigenética: cómo la alimentación cambia nuestros genes*. A partir d'aquí derivo cap al coneixement de les cèl·lules mare o del desenvolupament embrionari, o bé segueixo esbrinant coses sobre epigenètica unint-la a un factor clau: l'alimentació.

Després plantejo qüestions força interessants sobre aquest tema principal, com poden ser el de l'herència epigenètica o les diferències que hi ha entre bessons univitel·lins.

Aquest últim apartat sobre la relació entre l'epigenètica i l'alimentació dona pas a la següent part del meu treball: la part pràctica. En aquesta segona etapa, és protagonista una substància que per mi era totalment desconeguda: el *Bisfenol A*. Després de trobar informació sobre aquesta substància, i de saber que és perjudicial sobretot en nadons i nens petits, he fet les meves pròpies investigacions, i a partir d'anar a diferents supermercats he pogut esbrinar per mi mateixa en quins productes del nostre dia a dia és present aquesta substància.

A més a més, he fet una segona petita investigació visitant diverses farmàcies per tal de saber si en aquests indrets actualment es venen biberons de plàstic o de vidre.



## I. PART TEÒRICA

Per què tenim la tendència de buscar semblances entre els membres d'una família? Què és allò que ens fa adonar-nos de que un fill s'assembla als seus pares? O bé als seus avis, o germans? Doncs bé, això del que tothom parla són els gens, i es troben situats en l'ADN, en el nucli de totes les nostres cèl·lules, en unes estructures anomenades cromosomes.

### 1 ELS CROMOSOMES

Els cromosomes són els orgànuls cel·lulars que actuen com a portadors de l'herència biològica. La informació que contenen marca tots i cadascun dels caràcters de l'ésser viu. Aquest material es troba al nucli de les cèl·lules eucariotes.

Són unes estructures filamentoses que apareixen durant les divisions cel·lulars quan la cromatina es condensa. La cromatina no és res més que ADN associat a unes proteïnes anomenades histones, on aquestes fan la funció de suport per a que l'ADN pugui enrotllar-se, i així, compactar-se. Són les que emmascaren la informació genètica i les que en regulen la seva expressió. D'aquesta manera, podem dir que els cromosomes i la cromatina són dos aspectes morfològicament diferents d'una mateixa entitat cel·lular.

Segons la fase de la divisió cel·lular, els cromosomes poden estar formats per una o per dues cromàtides. Cada cromàtida correspon a un filament d'ADN, i en el cas de que un cromosoma estigui format per dues d'elles, aquestes estan unides per un punt anomenat centròmer. En aquest cas les anomenem cromàtides germanes, i són resultat de la replicació de l'ADN, on totes dues tenen la mateixa quantitat de cromatina.

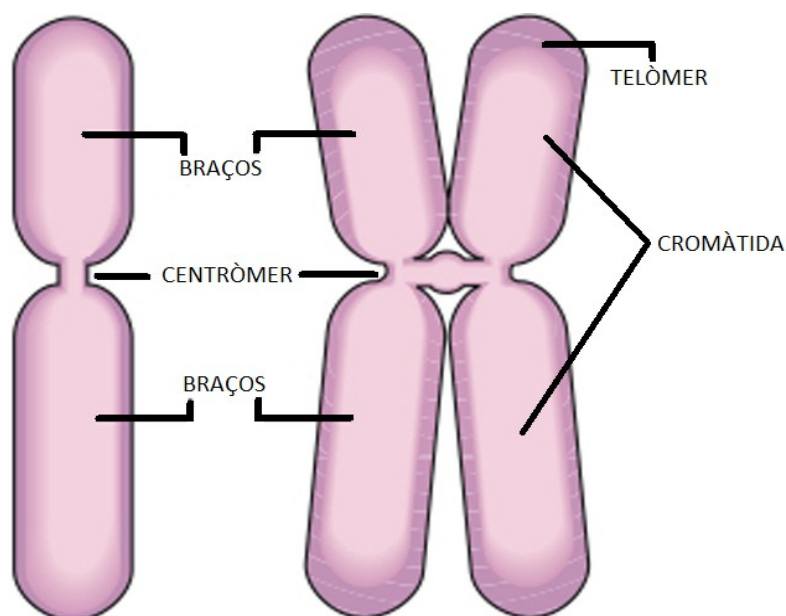


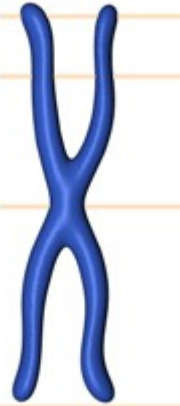
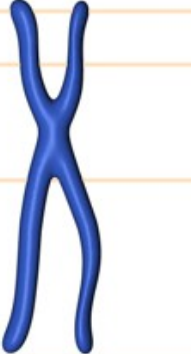
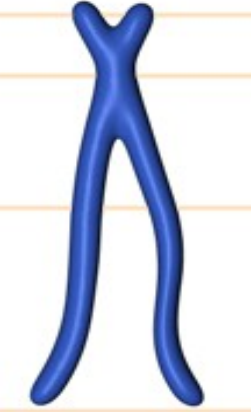
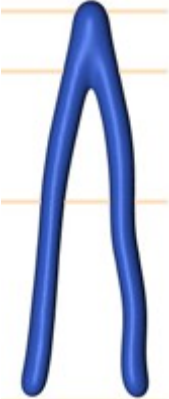
Figura 1. Les diferents parts del cromosoma

Font: <http://www.enciclopedia.cat/enciclop%C3%A8dies/gran-enciclop%C3%A8dia-catalana/EC-GEC-0226617.xml#UjsldsYwoWA>

De cadascuna d'aquestes cromàtides parteixen els braços del cromosoma, que poden ser iguals o diferents. Els extrems dels braços són anomenats telòmers.

### 1.1 TIPUS DE CROMOSOMES

Segons la localització del centròmer i l'aparença dels braços de cada cromàtida, podem diferenciar quatre tipus de cromosomes:

METACÈNTRIC	SUBMETACÈNTRIC	ACROCÈNTRIC	TELOCÈNTRIC
 <p>El centròmer està situat al mig del cromosoma i els braços tenen aproximadament la mateixa longitud.</p>	<p>El centròmer està desplaçat cap a un dels costats, fet que fa que els braços siguin lleugerament desiguals.</p> 	 <p>El centròmer està molt desplaçat cap a un dels extrems, els braços són molt desiguals.</p>	<p>En un dels extrems del cromosoma trobem el centròmer. Només és visible un braç del cromosoma.</p> 

Taula 1. Tipus de cromosomes

Font (fotografies dels cromosomes): [http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//500/568/html/Unidad03/pagina\\_15.html](http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//500/568/html/Unidad03/pagina_15.html)

### 1.2 DOTACIÓ CROMOSÒMICA

La dotació cromosòmica fa referència al nombre de cromosomes que té una espècie.

En el cas de l'home, la seva dotació cromosòmica és de 23 parelles de cromosomes, on 22 estan formades per cromosomes homòlegs, que són aquells que tenen la mateixa informació per els mateixos caràcters tant per un sexe com per l'altre, i la parella restant és la que determina el sexe, on pot ser XX en les dones, o bé XY en els homes.

Segons el nombre de cromosomes que tinguin les cèl·lules, podem trobar cèl·lules haploides, les quals tenen un nombre imparell de cromosomes,  $n$  (en el cas dels éssers humans són 23), o bé cèl·lules diploides, que tenen  $2n$  cromosomes.

Cal esmentar que les cèl·lules sexuals, els gàmetes, són haploides i tenen 23 cromosomes cadascuna. És en el procés de la fecundació on la meiosi fusiona un òvul i un espermatozoide per tal de formar una cèl·lula diploide de 46 cromosomes.

En una de les diverses fases de la meiosi, concretament a la profase I, els cromosomes homòlegs s'aparellen i intercanvien fragments d'ADN. Aquest procés es coneix per entrecreuament, i assegura que les cèl·lules filles siguin genèticament diferents de la cèl·lula progenitora.

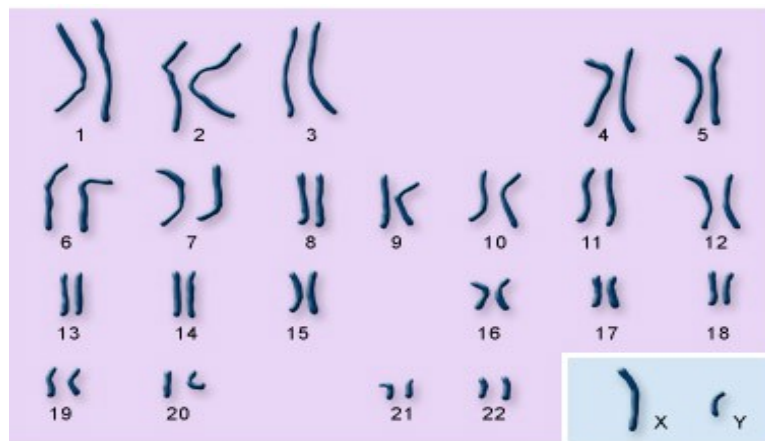


Figura 2. Genoma humà

Font:

<http://www2.le.ac.uk/departments/genetics/vgec/highereducation/topics/genomics>

## 2 DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGIA MOLECULAR

El Dogma Central de la Biologia Molecular es basa en que a l'hora d'expressar un caràcter, la informació genètica que conté segueix exclusivament des de l'ADN passant per l'ARN fins a la seqüència d'aminoàcids de les proteïnes.

L'ADN conté la informació sobre la seqüència d'aminoàcids de totes les proteïnes d'una cèl·lula i, a més, més informació que permet l'expressió genètica regulada. Quan una cèl·lula es divideix, tota la informació emmagatzemada en l'ADN ha de ser trasmesa a les cèl·lules filles. Això queda assegurat per fer una còpia de l'ADN complet abans de la divisió cel·lular. Aquest procés es denomina replicació.

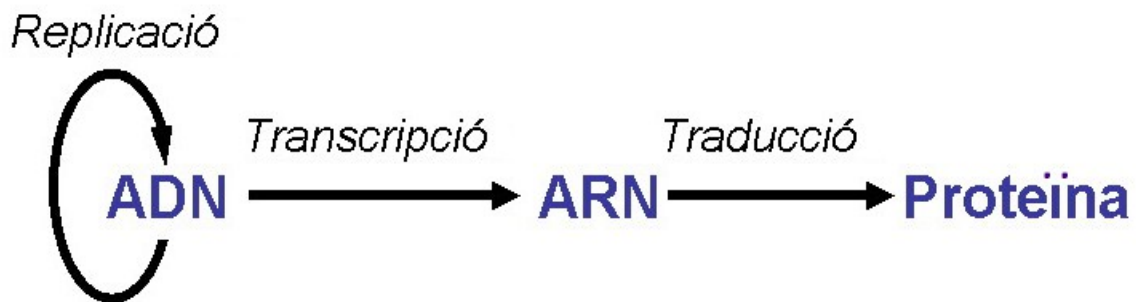


Figura 3. Proposta sobre el flux de la informació genètica que va aportar Francis Crick l'any 1958

Font: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/genetica/grupod/Transcripcion/Transcripcion.htm>

A més de la replicació de l'ADN, tant en la síntesi de proteïnes com en la transmissió de l'herència intervenen dos mecanismes més: la transcripció i la traducció.

### 2.1 REPLICACIÓ DE L'ADN

La replicació de l'ADN és el mecanisme per mitjà del qual l'ADN produeix una còpia de si mateix. Té lloc en el nucli de totes les cèl·lules. Cada vegada que una cèl·lula es divideix, el genoma sencer ha de ser duplicat per poder ser trasmès a la descendència, ja sigui a partir de la mitosi o de la meiosi.

L'ADN és un àcid nucleic que és compost per dues llargues cadenes formant una doble hèlix. Aquestes cadenes són antiparal·leles, és a dir, que es disposen de manera paral·lela seguint sentits oposats. Es mantenen unides mitjançant ponts d'hidrogen, que s'estableixen entre les bases nitrogenades de totes dues. A més, són complementàries, ja que la base nitrogenada anomenada adenina sempre queda aparellada amb la timina, mentre que la guanina ho fa de la mateixa manera amb la citosina. Per tant, la seqüència de bases nitrogenades d'una cadena determina la seqüència de l'altra.

Coneixent això, podem dir, que en la replicació d'aquest àcid nucleic les noves cadenes de nucleòtids se sintetitzen copiant brins d'ADN preexistents, també denominats motlles, i com a conseqüència, aquestes conservaran la informació del bri original, però la seva seqüència no serà la mateixa, sinó que serà complementària.

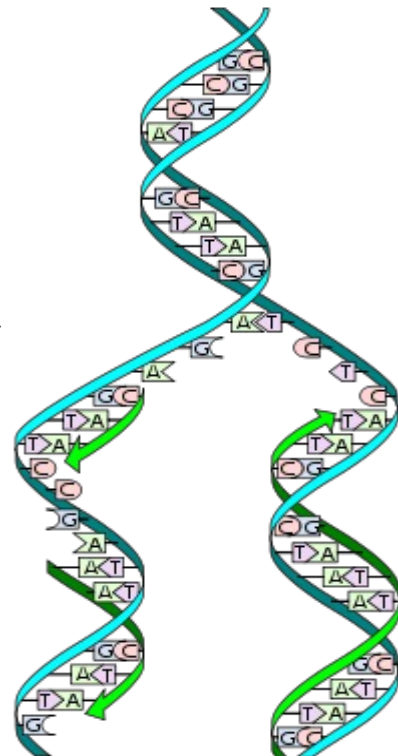


Figura 4. Cadena d'ADN

Font:

<http://eladnestructuras.blogspot.com.es/2009/05/replicacion-del-adn.html>

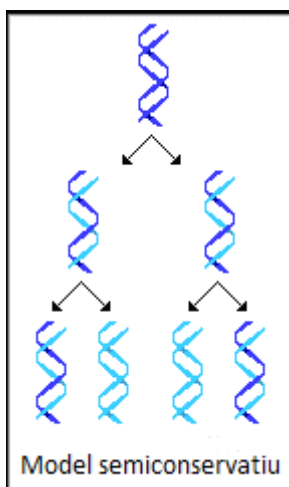


Figura 5. Model de replicació semiconservatiu

Font:

<http://www.maph49.galeon.com/adn/classical.html>

La replicació de l'ADN és semiconservadora, ja que quan la doble hèlix és duplicada, cadascuna de les dues hèlix dels filaments d'ADN contindrà un filament provinent de l'hèlix original i l'altre serà de nova síntesi.

Aquest procés s'inicia en unes regions del cromosoma denominades orígens. Comença amb el desenrotllament temporal de la doble hèlix de l'ADN motlle, gràcies a uns enzims anomenats helicases. Cada filament serveix de motlle per la formació d'una cadena complementària. El procés implica la formació de forquetes de replicació, que són aquells llocs on s'obre l'ADN, i es desplacen en sentits oposats a partir de l'origen. En cada forqueta la síntesi és bidireccional, és a dir, es copien les dues cadenes.

Un encebador és una cadena d'àcids nucleics que serveix com a punt d'inici per a la replicació de l'ADN. És necessari a causa del fet que els enzims que catalitzen la replicació, les ADN-polimerases, només poden afegir nucleòtids nous a una cadena ja existent d'ADN. La polimerasa inicia la replicació a l'extrem 3' de l'encebador, "llegint" la cadena d'ADN fins a l'extrem 5', i aleshores en fa la seva còpia en sentit 5' -->3'.

En la majoria de casos de la replicació natural de l'ADN, l'encebador per a la síntesi i replicació d'ADN és una cadena curta d'ARN. Aquest ARN és produït per la primasa, i posteriorment és eliminat i reemplaçat per ADN per una polimerasa reparadora.

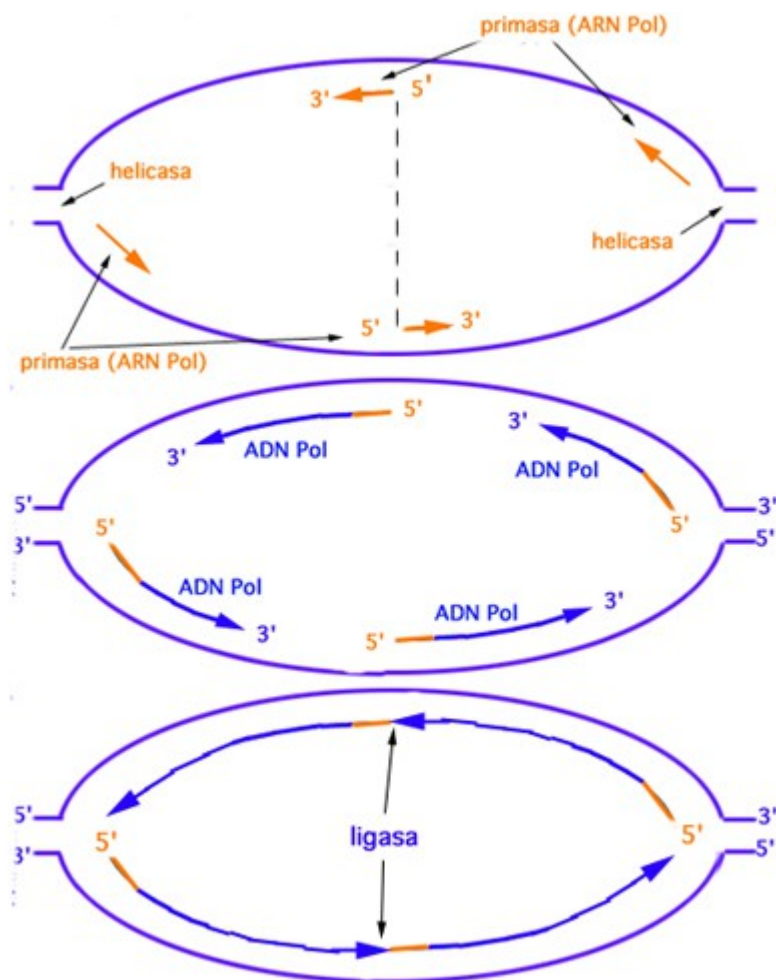


Figura 6. Forquetes de replicació

Font: <http://genemol.org/biomolespa/Enzimas/replication.html>

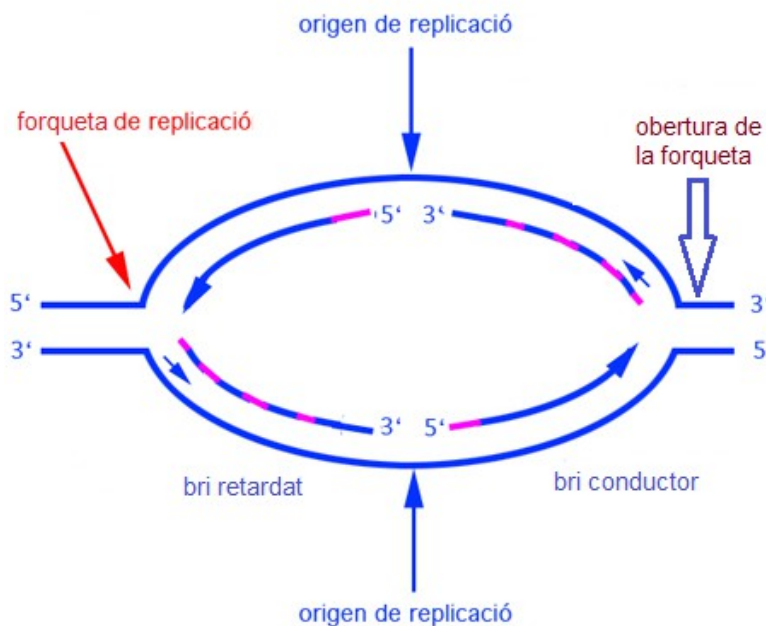


Figura 7. Forqueta de replicació

Font: <http://genemol.org/biomolespa/Enzimas/replication.html>

De les dues cadenes d'ADN nou, l'una, el bri conductor, se sintetitza de manera contínua, mentre que l'altra, el bri retardat, se sintetitza de manera discontinua, en una mena de procés de "repunt".

Aquest fet succeeix a causa de que la forqueta de replicació és asimètrica, i el bri conductor se sintetitza en el mateix sentit que s'obre la forqueta, mentre que el bri retardat s'obre en sentit contrari, per tant, el que es forma sobre aquesta cadena ha de sintetitzar-se a trossos curts.

Aquests fragments són els anomenats *fragments d'Okazaki*, constituïts per curts trams d'ARN encebador i ADN nou.

Posteriorment, els ARN encebadors són eliminats, mentre que els fragments d'ADN queden units entre si mitjançant uns enzims anomenats ligases.

## 2.2 TRANSCRIPCIÓ DE L'ADN

La transcripció de l'ADN consisteix en fer una molècula d'ARN complementària d'un filament d'ADN. Dels dos brins que té l'ADN, només es copia una de les dues cadenes, la cadena codificadora. Normalment, la cadena d'ARN que es formarà actua com un ARN missatger que posteriorment dirigirà la síntesi de la proteïna corresponent.

És un procés que té lloc en el nucli, i s'inicia quan l'enzim que el catalitza, l'ARN-polimerasa, reconeix una seqüència de bases promotora prop del principi del gen que es copia. Aleshores, es produeix l'obertura temporal de la doble hèlix i comença la síntesi de l'ARN, a partir del seu extrem 5', mentre es va llegint el filament d'ADN en sentit 3' → 5'. Se segueix el mateix transcurs que en la replicació, però amb un petit canvi: la base nitrogenada timina es canvia per l'uracil. El procés té una velocitat de gairebé dos mil nucleòtids per minut.

Quan l'ARN-polimerasa troba una seqüència de terminació i la reconeix, es desenganxa i la síntesi cessa.

La molècula d'ARN que es forma com a resultat immediat de la transcripció és un "transcrit primari". En els bacteris aquesta molècula és ja l'ARN missatger, és a dir, que pot ser traduït directament a proteïna. En els eucariotes, en canvi, abans de traduir-se, ha de passar per un període de maduració on experimenta alguns canvis moleculars.

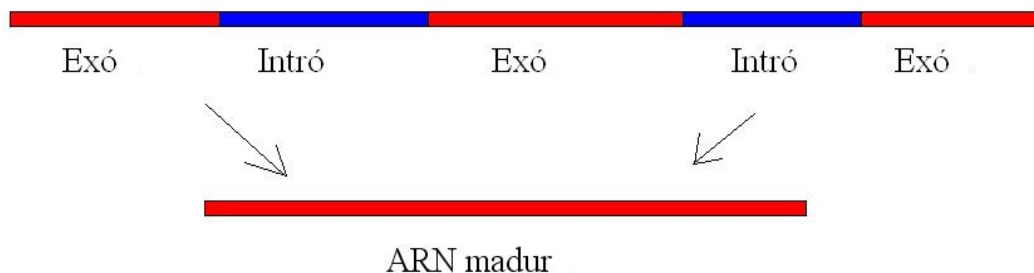
Aquest transcrit primari s'anomena ARN nuclear heterogeni (ARNnh), la seva maduració té lloc al nucli cel·lular i implica els següents canvis:

- **Addició d'un "casquet" en l'extrem 5'**

La caputxa 5' és un nucleòtid de guanina modificat que s'afegeix al capdavant (extrem 5') de l'ARNnh utilitzant l'enllaç 5-trifosfat. Aquesta modificació és fonamental pel reconeixement i la correcta classificació de l'ARNm en el ribosoma, així com per a la protecció de l'ARNm de les 5' exonucleases.

- **Splicing**

L'*splicing* és el procés mitjançant el qual l'ARNnh és modificat per tal de retirar certs fragments interns de seqüència no codificant, anomenats introns. Els fragments que codifiquen per la proteïna i que, per això, no són deletats són els exons.



*Figura 8. ARN madur resultat de l'Splicing*

Font: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ex%C3%B3n>



- Edició

En alguns casos, l'ARNm és editat, canviant-ne la composició dels nucleòtids.

L'edició crea un codó stop abans del final predeterminat. Això dóna lloc a proteïnes més curtes i petites.



Figura 9. Alguns dels passos per aconseguir un ARN madur

Font: [http://www.ric.edu/faculty/jmontvilo/109files/109\(28\)geneexpression.htm](http://www.ric.edu/faculty/jmontvilo/109files/109(28)geneexpression.htm)

- Poliadenilació

La poliadenilació consisteix en l'addició d'una cua poli-A a l'extrem 3' d'una molècula d'ARNm. És una llarga seqüència d'àcid poliadenílic, és a dir, un tram d'ARN on totes les seves bases són adenina. Aquesta addició és possible gràcies a la seqüència AAUAAA que es troba a uns 11-30 nucleòtids abans de l'extrem 3' original d'alguns ARNm dels eucariotes. És un senyal de reconeixement per tal de que a l'ARNm se li puguin afegir aquestes cues poli-A. Serveixen per a protegir l'ARNm de la degradació per exonucleases, de manera que es pot sintetitzar una quantitat major de proteïna.

### 2.2.1 PAPER QUE JUGUEN ELS INTRONS

Com hem comentat abans, en els procarïotes hi ha una correspondència lineal entre els aminoàcids d'una proteïna i la seqüència corresponent dels nucleòtids en la molècula d'ADN, però en els eucariotes aquesta colinearitat en molts casos no existeix.

El nombre d'introns per gen és variable. Sovint, és més gran la longitud total dels introns que no la de les seqüències codificadores de proteïnes.

En l'actualitat, s'accepta que l'existència dels introns afavoreix la variabilitat genètica, ja que faciliten la recombinació entre exons.

El procés de maduració de l'ARN és d'una gran importància per a la regulació de l'expressió dels gens. Segons l'estat de desenvolupament de l'organisme o d'un teixit cel·lular, a partir d'un mateix transcrit d'ARN es poden formar ARNm diferents i, per tant, proteïnes diferents.

## 2.3 TRADUCCIÓ DE L'ADN

La traducció és el procés per mitjà del qual arribem a la síntesi d'una proteïna, a partir de la informació de l'ARN missatger. Té lloc al citoplasma i hi participen els ribosomes.

El terme traducció fa referència a un canvi de llenguatge. Per una banda tenim l'alfabet de quatre lletres que conté la informació genètica de l'ADN o l'ARNm, que són els nucleòtids, i per l'altra banda l'idioma en què parlen les proteïnes, els aminoàcids, on n'hi ha vint de diferents.

La traducció de l'ARNm opera en sentit 5' --> 3' i habitualment un mateix ARNm és traduït per més d'un ribosoma. En aquest procés es consumeix més ATP que en qualsevol altra activitat biosintètica de la cèl·lula.

Els ribosomes són la maquinària cel·lular per a la síntesi de proteïnes. Estan formats per dues subunitats (una gran i una altra petita) amb un total de vuitanta proteïnes i quatre molècules d'ARN. Un ribosoma té tres llocs d'unió per als ARNt (E, P i A) i un per a l'ARNm.

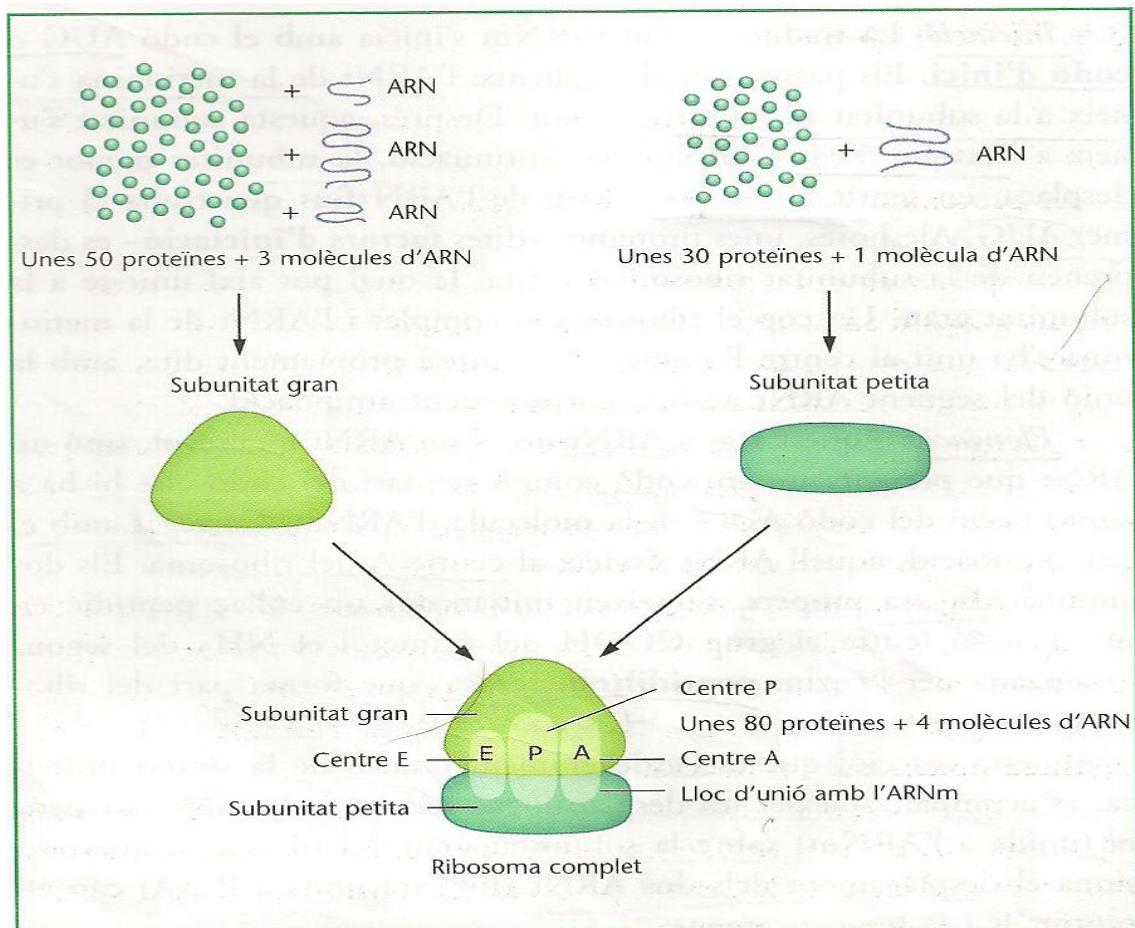


Figura 10. Ribosoma eucariota

Font: Llibre de text Biologia 1r Batxillerat (pàg 319)

### 2.3.1 EL CODI GENÈTIC

Anomenem codi genètic el conjunt d'equivalències entre els codons o triplets de nucleòtids de l'ARNm i els corresponents aminoàcids de les proteïnes.

Les principals característiques d'aquest diccionari són les següents:

- És universal, és a dir, per a tots els éssers vius els mateixos triplets tenen sempre el mateix significat.

		Segona lletra				
		U	C	A	G	
Primera lletra (extrem 5')	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } stop UAG } stop	UGU } Cys UGC } UGA } stop UGG } Trp	Tercera lletra (extrem 3')
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	

Figura 11. El codi genètic

Font: <https://aulatres.wikispaces.com/El+codi+gen%C3%A8tic>

- Presenta redundància, per a la major part d'aminoàcids hi ha triplets sinònims.
- La redundància és deguda al fet del balanceig, on un mateix ARNt pot aparellar-se amb diversos codons que només difereixen per la tercera base.
- Cada triplet significa només un aminoàcid.
- Consta de 64 codons possibles, 61 dels quals determinen aminoàcids. El codó AUG, que dona lloc a metionina, és al mateix temps un codó iniciador, senyal d'inici de la síntesi proteica. Els altres tres (UAA, UAG i UGA) són codons de terminació, és a dir, que aturen la síntesi.

### 2.3.2 MECANISME DE TRADUCCIÓ

L'ARNm trasllada la informació des del nucli fins al citoplasma, on els ribosomes "llegeixen" la informació en forma de triplets. Cadascun d'aquests triplets o codons es tradueixen al llenguatge de les proteïnes seguint el codi genètic, on cada codó especifica un aminoàcid concret. D'aquesta manera, la seqüència de bases de l'ARNm estableix l'ordre en què es van afegint els aminoàcids en la cadena polipeptídica que formarà la proteïna.

La traducció d'un ARNm s'inicia amb un codó d'inici, la metionina (AUG).

Un anticodó és la seqüència de tres nucleòtids capaç d'aparellar-se amb el codó corresponent de l'ARNm. L'ARNt és la molècula encarregada de transportar els aminoàcids fins al ribosoma, i presenta un anticodó complementari del codó que hi ha a continuació del codó d'inici (AUG).

La síntesi s'atura quan el ribosoma troba un codó de parada (UAA, UAG i UGA), ja que no corresponen a cap proteïna i no són reconeguts per cap ARNt. A falta de l'ARNt, unes proteïnes denominades factors d'alliberació determinen la interrupció de la síntesi i l'alliberament de l'ARNt i de la cadena d'aminoàcids.

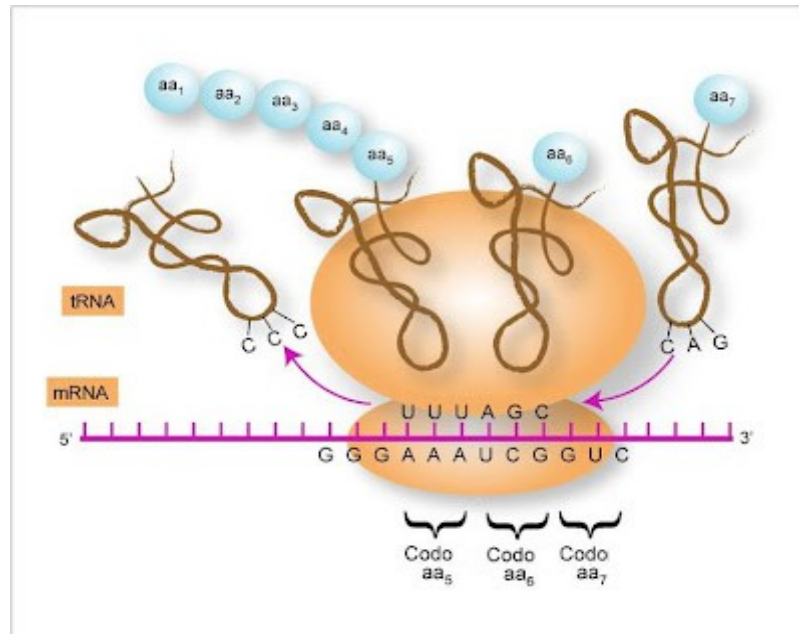


Figura 12. Ribosoma en el procés de traducció

Font: [http://es.wikipedia.org/wiki/Traducci%C3%B3n\\_\(gen%C3%A9tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Traducci%C3%B3n_(gen%C3%A9tica))

### 3 EPIGENÈTICA

#### 3.1 QUÈ ÉS?

Des del descobriment de l'estructura de l'ADN, s'ha volgut estudiar i desxifrar el conjunt de gens continguts en el genoma, la seva regulació durant el desenvolupament i la diferenciació cel·lular, així com la seva contribució en el desenvolupament de malalties.

Des d'un punt de vista evolucionista, l'epigenètica és allò que permet explicar per què l'ésser humà i el ximpanzé són tan diferents si comparteixen el 99% dels gens.

Al parlar d'epigenètica ens referim a fenòmens que no afecten la seqüència d'ADN dels gens però que sí varien la seva expressió. Podria definir-se com la manera en què s'expressen els gens sense que aquest patró d'expressió estigui determinat en la cadena de parells de bases de l'ADN de cada individu.

En els últims anys s'ha descobert el paper, fins a cert punt inesperat, que juga la cromatina.

En les histones està escrit el conjunt d'instruccions amb les quals la cromatina regula l'expressió de la informació genètica continguda en l'ADN.

Des de fa anys, es creu que l'ADN conté tota la informació genètica que qualsevol persona hereta, i que allò que un individu faci al llarg de la seva vida no es transmet als seus fills; només la informació genètica de les cèl·lules sexuals pot passar a la descendència.

Ara bé, l'epigenètica proposa que hi ha un sistema de control que provoca que els gens "s'encenguin" o "s'apaguin". A partir d'aquest sistema d'interruptors, totes les experiències ambientals dels individus afecten aquests interruptors genètics que sí que es poden heretar. En altres paraules, el medi ambient i les eleccions individuals poden influir en el codi genètic de cadascun i en el dels seus descendents.

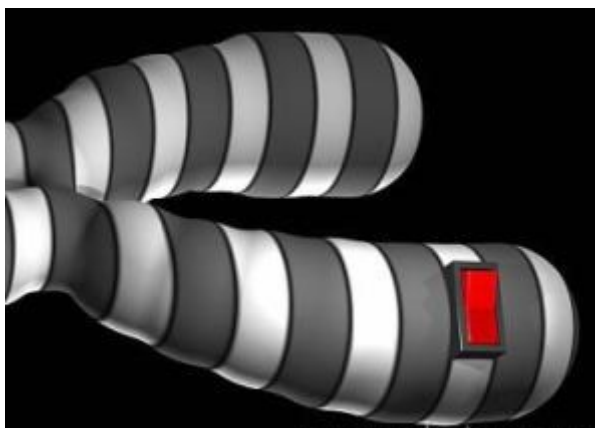


Figura 13. Interruptor biològic

Les histones són proteïnes que durant l'evolució han fixat en la cromatina funcions molt importants.

Les histones estan implicades en processos essencials que es donen durant el desenvolupament i la diferenciació cel·lular com, per exemple, el de "la memòria cel·lular", amb la qual la descendència d'una cèl·lula "recorda" l'estat epigenètic que tenien en la cèl·lula mare els gens essencials per mantenir el seu estat diferenciat.

Font:

<http://genmolecular.wordpress.com/tag/epigenetica/>

## 3.2 DIFERENCIACIÓ CEL·LULAR

L'ésser humà posseeix més de cent cinquanta tipus cel·lulars diferents. No obstant, tots posseeixen la mateixa informació genètica, exceptuant els òvuls i els espermatozoides que són cèl·lules haploides.

Per poder explicar el procés pel qual una cèl·lula es diferencia, hem de recórrer a l'epigenètica. Cada tipus cel·lular tria un camí per mitjà del qual es diferencia i adquireix la morfologia i funcions pròpies del seu tipus. Durant aquesta diferenciació, un conjunt en concret de gens s' "encén" mentre que un altre s' "apaga". Segons la combinació de gens que s'encenguin i s'apaguin, obtindrem un tipus cel·lular o un altre.

Tot i així, l'estímul que encén i apaga els gens no és permanent, per tant cada cèl·lula ha de recordar de quin tipus és. Ho fa mitjançant la memòria epigenètica cel·lular.

La cromatina és capaç de transmetre senyals externs a la molècula d'ADN, determinant quins són els gens que s'activaran i quins els que es silenciaran. Aquests senyals no impliquen canvis en la seqüència de l'ADN i poden romandre a la cèl·lula com una memòria, de generació en generació. D'aquesta manera, dues cèl·lules genèticament idèntiques poden respondre de diferent mode a condicions ambientals diferents i la seva resposta pot ser heretada per les seves cèl·lules filles com informació epigenètica.

### 3.2.1 CÈL·LULES MARE

Quan s'introdueixen gens en l'ADN d'una cèl·lula, solen incorporar-se de manera gairebé aleatòria en qualsevol regió del genoma i, molt freqüentment, s'acaben silenciant. La raó és que no tenen la cromatina, l'ambient "epigenètic", que habitualment els acompanya. Això suposa un repte per a les teràpies que pretenen corregir la falta de determinats gens o el seu funcionament incorrecte per mitjà de la introducció d'una còpia funcional del mateix. Per la seva banda, la generació i ús de cèl·lules mare requereix la capacitat "d'esborrar" instruccions epigenètiques "velles" i imprimir-ne de "noves", de manera eficaç i controlada.

#### 3.2.1.1 CONCEPTE DE CÈL·LULA MARE I PROCÉS DE REPROGRAMACIÓ

Les cèl·lules mare són unes cèl·lules indiferenciades que tenen la capacitat de donar lloc a qualsevol tipus cel·lular. Aquesta capacitat s'anomena pluripotència, per tant, podem assignar a aquestes cèl·lules el nom de cèl·lules pluripotents.

Poden autoregenerar-se, produint així més cèl·lules mare, i ho fan mitjançant la mitosi. Tenen una funció reparadora, ja que poden substituir altres cèl·lules de l'organisme.

Quan les cèl·lules adultes ja són d'algun tipus cel·lular, han perdut la capacitat de pluripotència, és a dir, que sempre seran del tipus que s'han especialitzat.

Totes les cèl·lules d'un organisme deriven a partir d'una única cèl·lula primigènia, i tot i que poden estar especialitzades en més de mil tipus cel·lulars diferents, totes contenen tot l'ADN, la informació genètica necessària per construir tot un organisme.

Com a exemple, podem proposar una cèl·lula dèrmica, com les de la pell. Ja tenen assignat un tipus cel·lular, però tot i així, tenen tota la informació genètica necessària per esdevenir-ne qualsevol altre. Per aconseguir que una cèl·lula especialitzada es desespecialitzi, només cal que aquesta cèl·lula torni a expressar tota aquesta informació genètica que conté. El procés "in vitro" és el següent:

Col·loquem aquest tipus de cèl·lula en una placa de petri amb medi de cultiu. Hi afegim un còctel víric, on aquests virus ens serviran de vehicles biològics, ja que han de contenir uns determinats gens, els anomenats gens de pluripotència. Un cop el virus ha injectat aquest material genètic en l'ADN cel·lular, els anomenats gens de pluripotència fan que s'activi tota la maquinària interna cel·lular, fent que la cèl·lula es reprogrami i torni a manifestar tota la informació genètica de nou.

Si el que volem és reconstruir un teixit o un òrgan, podem col·locar aquesta cèl·lula pluripotent en l'òrgan que ens interessa, i aleshores es comunicarà químicament amb les cèl·lules del seu entorn i acabarà esdevenint una cèl·lula de l'òrgan en qüestió.

A nivell gènic, ens hem d'assegurar de que aquestes cèl·lules estiguin expressant els gens interns de pluripotència. Per això, s'agafa l'ARN de les cèl·lules i mitjançant una tècnica que és molt sensible a l'expressió gènica comprovem que s'estiguin expressant per una part aquests gens, i per altra banda que els gens que no siguin propis de la cèl·lula, com poden ser en aquest cas els gens vírics, s'hagin silenciats.

### 3.2.1.2 COM ES CLASSIFIQUEN?

- Segons la capacitat de diferenciació es classifiquen en:
  - Totipotents: són produïdes per fusió d'un òvul i un espermatozoide, són les que es formen en les primeres divisions del zigot. Aquestes cèl·lules poden esdevenir qualsevol tipus cel·lular, i a partir d'una sola d'aquestes es pot obtenir un organisme complet.

- Pluripotents: si el desenvolupament del zigot continua, trobarem cèl·lules que descendeixen de les totipotents. Aquest tipus de cèl·lula pot esdevenir qualsevol tipus cel·lular excepte les totipotents. A partir d'una d'aquestes cèl·lules ja no seria possible obtenir un organisme sencer.
- Multipotents: descendeixen de les pluripotents, i només tenen la capacitat de donar lloc a diferents cèl·lules que ja estiguin especialitzades.
- Unipotents: són cèl·lules mare que només poden produir un tipus concret de cèl·lula, però que tenen capacitat d'autorenovar-se, fet que les diferencia de les que no són cèl·lules mare.
- Segons el seu origen podem trobar:
  - Cèl·lules mare adultes: són cèl·lules mare no diferenciades, que es troben entre cèl·lules diferenciades d'un teixit específic.
  - Cèl·lules mare embrionàries: són cèl·lules cultivades que s'obtenen a partir de cèl·lules no diferenciades de la primera fase de l'embrió humà, del blastocist, que pot tenir entre cinquanta i cent-cinquanta cèl·lules.
  - Cèl·lules mare del cordó umbilical: són cèl·lules derivades de la sang de la placenta i el cordó umbilical després de néixer.
  - Cèl·lules iPs: les cèl·lules pluripotents induïdes són aquelles cèl·lules que un cop especialitzades, s'han hagut de desespecialitzar i 'reprogramar-les' a zero, per tal de poder emprar-les en un altre tipus cel·lular.

### 3.3 FECUNDACIÓ I DESENVOLUPAMENT EMBRIONARI

Inicialment, tras la fecundació, la formació del zigot i les primeres divisions cel·lulars, totes les cèl·lules són iguals. Després comença la seva diferenciació al llarg del desenvolupament embrionari.

#### 3.3.1 LA FECUNDACIÓ

La fecundació és el procés mitjançant el qual dos gàmetes, un òvul i un espermatozoide, s'uneixen per donar lloc a un zigot.

En l'espècie humana la fecundació és interna, ja que es produeix a l'interior de l'aparell reproductor femení, concretament en les trompes de Fal·lopi. Aquestes es troben entre l'ovari, l'òrgan que produeix els òvuls, i l'úter, allà on s'implantarà l'embrió.



En el moment de l'ejaculació s'expulsen normalment uns tres-cents milions d'espermatozoides, dels quals només un centenar arribarà a les trompes de Fal·lopi i només un fecundarà l'òvul.

Com ja sabem, els gàmetes són cèl·lules haploides, això significa que només tenen un cromosoma de cada tipus. Per tant, amb la seva unió, la nova cèl·lula resultant serà diploide.

### 3.3.2 DESENVOLUPAMENT EMBRIONARI

#### 3.3.2.1 SEGMENTACIÓ

Una vegada format el zigot, es comença a dividir, per mitosis successives, primer en dues cèl·lules, després en quatre, en vuit, en setze... Així successivament. Aquesta primera etapa de la divisió del zigot s'anomena segmentació, i les cèl·lules resultants d'aquest procés es denominen blastòmers i són cèl·lules totipotents, és a dir, que poden donar lloc a qualsevol tipus cel·lular. Un cop la cèl·lula ha experimentat diverses divisions, es forma una pilota plena de cèl·lules que anomenem mòrula.

El resultat de la segmentació varia segons la quantitat de vitel, les reserves nutritives, de que disposi la cèl·lula ou.

Posteriorment, les cèl·lules de l'interior de la mòrula es desplacen cap a la perifèria, deixant la part interior, anomenada blastocel, plena de líquid. La nova pilota rep el nom de blàstula, o bé blastòcit en els mamífers.

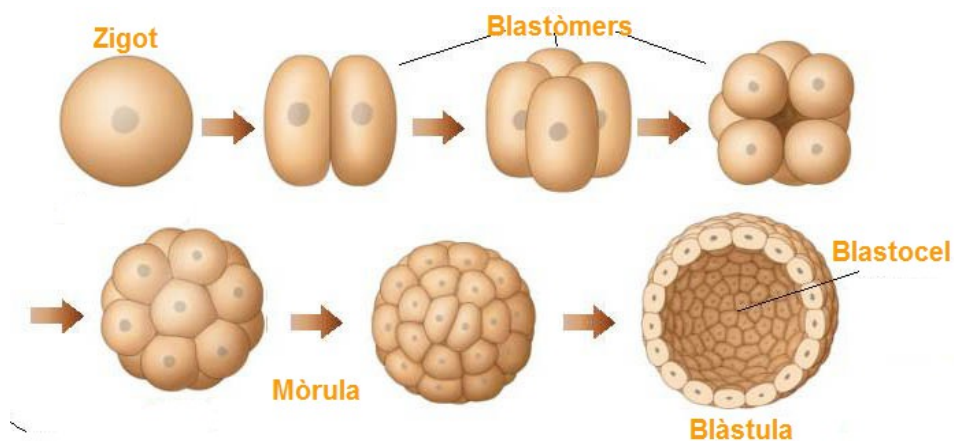


Figura 14. Segmentació

Font: [http://www.geocities.ws/biohumana2002/biohumana\\_201.html](http://www.geocities.ws/biohumana2002/biohumana_201.html)

La capa cel·lular externa del blastòcit es transformarà fins formar la placenta, i la massa interna de cèl·lules es desenvoluparà fins que formi els teixits de l'embrió.

Aquestes cèl·lules es coneixen amb el nom de cèl·lules mare embrionàries pluripotents. Cadascuna d'elles pot donar lloc a la majoria de tipus de cèl·lules, tot i que no poden originar tots els 216 tipus diferents de cèl·lules que formen un cos humà adult.

### 3.3.2.2 GASTRULACIÓ

L'etapa que ve a continuació del desenvolupament és la gastrulació. És una fase decisiva en la fisonomia de l'organisme adult. Fins ara, no hi havia hagut cap augment de grandària, ja que els blastòmers s'anaven fent petits a mesura que es dividien.

Però en aquesta etapa, l'embrió comença a adaptar forma, en un procés anomenat morfogènesi.

Es forma així una estructura en dues capes cel·lulars, on un conjunt de cèl·lules que inicialment eren externes s'enfonsen cap al blastocel. Aquest mecanisme dóna lloc a una cavitat interior, l'arquènteron, que comunica amb l'exterior per una obertura superior, el blastòpor. Aquest, en uns casos donarà lloc a la boca, i en d'altres a l'anus.

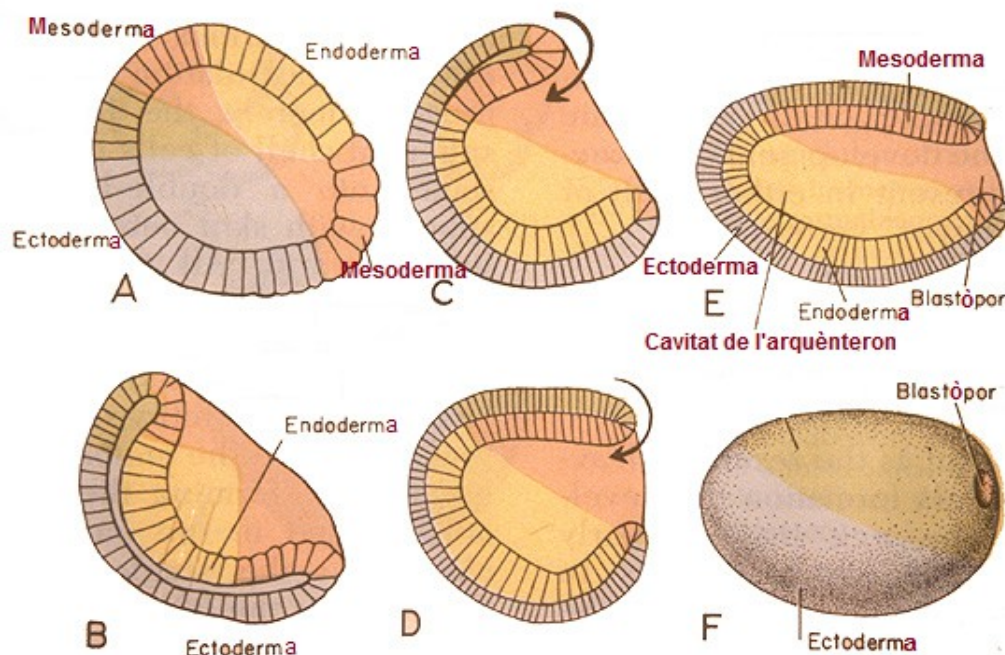


Figura 15. Gastrulació

Font: [http://www.picstopin.com/801/g%C3%A1strula/http:%7C%7Cwww\\*esacademic\\*com%7Cpictures%7Ceswiki%7C71%7CGastrulation\\*png/](http://www.picstopin.com/801/g%C3%A1strula/http:%7C%7Cwww*esacademic*com%7Cpictures%7Ceswiki%7C71%7CGastrulation*png/)

En aquest punt l'embrió rep el nom de gàstrula, on a mesura que avança el seu desenvolupament, apareixen tres capes germinatives primàries que més tard originaran els òrgans i teixits concrets de l'organisme adult.

La capa de cèl·lules externes, encara poc diferenciades, rep el nom d'ectoderma, i constitueix el primer dels dos o tres teixits embrionaris, tot i que en aquest moment les cèl·lules encara estan sense diferenciació funcional. La capa de cèl·lules que s'ha invaginat i que ha quedat a l'interior es designa endoderma. Com en el cas de l'ectoderma, no està diferenciat.

Alguns animals no arriben a formar la tercera capa, ja que poden continuar el seu desenvolupament. D'aquesta manera, els teixits de l'adult s'originen només per diferenciació de les dues capes anteriors, l'ectoderma i l'endoderma, tot i que entre aquestes dues capes es troba una nova capa de cèl·lules indiferenciades, la mesoglea. Aquests animals són els diploblàstics.

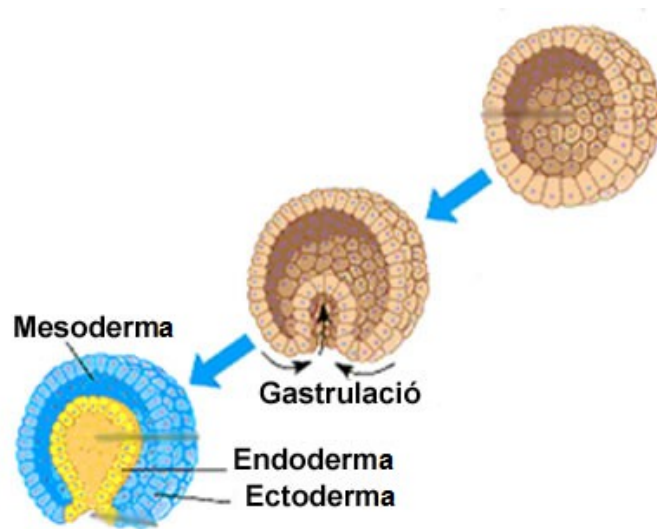


Figura 16. Les capes germinatives

Font: <http://www.reproduccionasistida.org/tag/gastrulacion-humana/>

De la resta dels animals, els anomenats triploblàstics, la gàstrula continua el seu transcurs amb l'aparició d'un tercer grup de cèl·lules, el mesoderma, que se situa entre l'endoderma i l'ectoderma.

Aquesta nova capa de cèl·lules omple el blastocel, tot deixant un espai en el seu interior anomenat celoma. La nova cavitat està inicialment plena d'un líquid de composició similar a l'aigua de mar, el líquid celomàtic, que pot actuar com a sistema de transport de qualsevol substància per dintre del cos de l'animal (sistema circulatori) o bé per a l'eliminació de productes residuals (sistema excretor), entre d'altres.

### 3.3.2.3 DIFERENCIACIÓ DE TEIXITS I ÒRGANS

#### 3.3.2.3.1 INDUCCIÓ EMBRIONÀRIA

La diferenciació de les cèl·lules de les capes germinatives per formar òrgans i teixits específics es dona mitjançant un procés anomenat d'inducció embrionària.

A les interaccions entre cèl·lules o estructures embrionàries se les denomina "fenòmens d'inducció". Es considera inducció embrionària el continu procés entre estructures que coincideixen en el temps i en l'espai. Durant els fenòmens d'inducció, una de les estructures o teixits embrionaris ha de seguir una via de diferenciació que, si no provoca un canvi en el comportament d'un altre grup de cèl·lules, no podria continuar el seu procés de diferenciació. Aquest teixit rep el nom de teixit induït.

Per altra banda, l'estructura o el teixit que té la capacitat d'obligar a un altre teixit a diferenciar-se d'una determinada manera s'anomena teixit inductor.

D'aquesta manera, un grup de cèl·lules induïdes per contacte amb un inductor poden esdevenir al seu torn inductors secundaris de processos posteriors, cada cop més especialitzats, i a vegades, recíprocs.

### 3.3.2.3.2 DIFERENCIACIÓ DE LES CAPES GERMINATIVES

Concretament, per diferenciació en l'adult, les tres capes germinatives donaran lloc als següents teixits i òrgans:

- A partir de l'ectoderma es diferenciaran els teixits epidèrmics del tub digestiu i en alguns casos també donarà lloc al sistema nerviós i receptors sensorials.
- L'endoderma, al seu torn, donarà lloc, per diferenciació en l'adult, al tub o cavitat digestiva i altres òrgans digestius. En alguns casos també participarà en l'aparell respiratori.
- Per últim, a partir de les cèl·lules del mesoderma es diferenciaran el teixit conjuntiu i totes les seves varietats, així com cartílags i ossos, el teixit muscular, les parets del sistema circulatori, l'aparell excretor i les gònades.

A mesura que es van formant els teixits, aquests s'associen i formen els òrgans. Un cop diferenciats, ja poden ser funcionals.

## 3.4 MARQUES EPIGENÈTIQUES

Són denominades marques epigenètiques aquelles modificacions químiques realitzades sobre el genoma, que no canvien la seqüència d'aquest però sí modifiquen el seu empaquetament, regulació i a més a més poden ser heretables.

Existeixen quatre mecanismes principals mitjançant els quals s'estableixen les marques epigenètiques, on determinen la memòria epigenètica no només en cèl·lules de l'organisme, sinó també en la de la seva descendència a través dels òvuls i els espermatozoides. Ens centrarem en dues d'aquestes marques: la metilació de l'ADN i la modificació de les histones.

La metilació de l'ADN consisteix en la incorporació d'un grup metil (-CH<sub>3</sub>) en la posició 5 de la citosina del dinucleòtid CpG. Aquesta modificació actua silenciant l'expressió gènica, ja que els grups metil impedeixen que els factors de transcripció

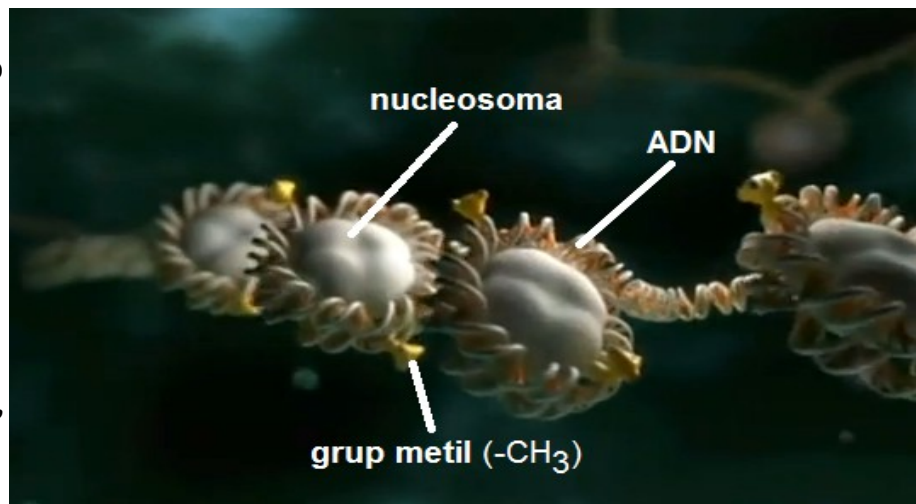


Figura 17. Metilació de l'ADN

s'uneixin a les seves seqüències diana, que són els promotors, i així eviten l'expressió del gen.

Podem trobar dos tipus de metilació: la de manteniment i la de *novo*.

La primera és l'encarregada de mantenir l'estat diferenciat de les cèl·lules d'un teixit. És la responsable de l'addició de grups metil a les noves cadenes sintetitzades després de la replicació. Els llocs metilats en l'ADN progenitor serveixen com a motlle per a la correcta metilació del nou bri, mantenint així el patró de metilació i per tant l'expressió dels mateixos gens.

En quant a la metilació de *novo*, produeix la diferenciació cel·lular. Els grups metil s'addicionen en posicions noves en totes dues cadenes creant així un nou patró de metilació.

Per altra banda, les histones tenen una cua N-terminal disposada cap a l'exterior del nucleosoma. Aquesta cua pot ser modificada covalentment per enzims que catalitzin l'addició o l'eliminació de grups químics específics.

Hi ha tres tipus de modificacions: acetilació, fosforilació i metilació.

L'acetilació tracta d'addicionar un grup acetil (-COCH<sub>3</sub>) a les lisines, un tipus d'aminoàcid, que es troba a la cua de les histones. Aquest fet neutralitza les càrregues i impedeix que els nucleosomes s'aproximin, és a dir, la cromatina es descondensa localment i permet que els factors de transcripció accedeixin a les seves seqüències de reconeixement i dipositin l'expressió gènica. En el cas contrari, la desacetilació condensa la cromatina impedit l'expressió dels gens.

Això mateix passa en el cas de la fosforilació o metilació de certs aminoàcids de certes histones, on la condensació de la cromatina reprimeix l'expressió gènica.

### 3.5 PER QUÈ ENVELLIM? EL TELÒMER

Els primers anys de vida hi ha un control molt destacat dels gens. No obstant això, al final de la vida, l'epigenoma es distorsiona. Un bon candidat per efectuar aquest canvi pot ser el telòmer, el qual és una part repetitiva del cromosoma que se situa en els extrems. Són regions d'ADN no codificant, i la seva funció és la de protegir aquests extrems de ser destruïts, proporcionar estabilitat estructural als cromosomes en les cèl·lules eucariotes, la divisió cel·lular i durant el temps de vida de la descendència d'una cèl·lula.



Figura 18. Envelliment

Font:

[http://elpebrasset.blogspot.com.es/2012\\_06\\_01\\_archive.html](http://elpebrasset.blogspot.com.es/2012_06_01_archive.html)

#### 3.5.1 FUNCIÓ DEL TELÒMER DINS DE L'ADN

En un cromosoma podem trobar dos tipus d'ADN: l'ADN codificant o exons, que el formen els gens, que són les parts del cromosoma on està la informació que codifica les proteïnes. Aquest ADN codificant es troba dispers entre l'altre tipus d'ADN, el no codificant, que és el que forma el centròmer i els telòmers dels cromosomes.

Basant-nos en la funció que exerceixen els telòmers, durant la divisió cel·lular, ajuden a que els cromosomes homòlegs s'aparellin i s'entrecreuin, impedit que s'enredin o s'adhereixin.

Els telòmers humans contenen fins a dos mil vegades repetida la seqüència 5' TTAGGG 3'. Aquesta seqüència es va extraviant a mesura que la cèl·lula es divideix.

La telomerasa és una transcriptasa inversa que sintetitza ADN a partir d'un motlle d'ARN. En la seva molècula conté la seqüència AAUCCC, que és capaç de crear i introduir els fragments TTAGGG que es perden en cada divisió.

### 3.5.2 EL TELÒMER COM A POSSIBLE CAUSANT DE L'ENVELLIMENT

Podem parlar dels telòmers com si fóssin un rellotge. A part de totes les funcions que ja exerceixen, també són els encarregats d'assenyalar el nombre de divisions cel·lulars que pateix una cèl·lula fins que mor.

En el procés de replicació, com ja havíem comentat abans, l'ADN-polimerasa només pot sintetitzar noves cadenes d'ADN quan la cadena motlle està en direcció 3' --> 5'. Aquest fet no planteja cap problema per al braç conductor, ja que l'enzim es pot desplaçar al llarg de la cadena sense interrupcions. El problema apareix quan la cadena motlle està en direcció 5' --> 3', on la seva replicació es veu forçada a formar una cadena discontinua, i conseqüentment els fragments d'Okazaki, que més tard seran units per la ligasa.

Però, a causa d'aquesta discontinuïtat, l'extrem 5' de cada cadena nova no es pot completar, i d'aquesta manera el telòmer s'escurça. S'estima que cada telòmer perd uns setze fragments TTAGGG en cada replicació, i, tenint en compte el nombre inicial d'aquesta seqüència, al cap d'unes cent vint-i-cinc divisions mitòtiques, el telòmer es perd completament.

El desgast del telòmer en el transcurs del cicle cel·lular impedeix la seva funció protectora del cromosoma, fent que aquest es torni inestable, es fusioni o directament es perdi. Les cèl·lules que presenten aquest problema, no només són incapaces de duplicar-se, sinó que activen processos d'apoptosi, que és una forma de mort programada on la cèl·lula se sotmet a diversos canvis morfològics fins que mor.

## 4 EPIGENÈTICA I LA INFLUÈNCIA DELS FACTORS AMBIENTALS



Figura 19. Alguns dels factors que regulen el nostre epigenoma: la dieta, l'alcohol, els raigs ultraviolats i el tabac

Fonts: <http://www.social.cat/noticia/3796/mes-menjar-del-banc-dels-aliments-per-als-nadonsmes-menjar-del-banc-dels-aliments-per-als-nadons> ; <http://www.interactive-biology.com/tag/alcohol/> ; <http://es.wikipedia.org/wiki/Sol> ; <http://www.elpatibulo.com/2012/07/18/me-encanta-fumar/>

La fam no afecta als gens, però el fet de passar gana sí que ho fa. La dieta és un dels factors que pot provocar l'activació o la desactivació dels gens.

No podem culpar totalment als nostres gens del nostre comportament o de les nostres malalties. Nosaltres també tenim certa responsabilitat, podem canviar com es manifesten aquests gens, i això està relacionat amb la nostra conducta i la forma en què ens exposem a les diferents substàncies ambientals.

### 4.1 SIGNIFICA L'HERÈNCIA EPIGENÈTICA EL RETORN DEL LAMARCKISME?

Jean Baptiste Lamarck va ser un naturalista del segle XVIII que defensava que els caràcters adquirits eren transmesos a la descendència. Aquesta idea va ser rebutjada, però actualment amb els coneixements que es tenen sobre epigenètica, ens adonem que potser Lamarck no estava tan equivocacat com semblava.



L'herència epigenètica resulta de la transmissió de seqüències d'informació que no és de l'ADN a través de la mitosi o la meiosi.



Figura 20. Efectes de la malnutrició

Font:

<http://www.forodefotos.com/fotos-de-pobreza/206-fotos-de-desnutricion.html>

Una prova sobre la validesa de l'herència epigenètica ens situa en l'Holanda ocupada pels nazis el 1944. A causa de la guerra que s'estava produint, la Segona Guerra Mundial, els aliments eren cada cop més escassos i els treballadors van decidir fer una vaga, en la qual no van sortir ben parats ja que el càstic per part dels nazis va ser implementar una hambruna. Els efectes d'aquesta hambruna van ser que molts ciutadans holandesos pateixin malnutrició o directament morissin. D'entre aquelles dones que estaven embarassades durant l'hambruna, van tenir fills amb problemes de salut, els quals eren previstos per la malnutrició de les seves mares. El que va sobtar va ser els problemes que van sorgir en la segona generació, els quals eren similars als de la primera. Va ser impredecible pel fet de que no van ser els pares els qui van patir cap mena de malnutrició. Els canvis genètics van quedar ràpidament descartats, però se sabia que algun efecte hereditari s'estava produint. Eren els gens que havien estat modificats a causa de l'hambruna els que s'estaven transmetent de generació en generació.

Vist això, aquesta podria ser una prova que ens confirma que la teoria de Lamarck és més vàlida i actualment té més sentit del que es creia en el moment.

## 4.2 EL CAS D'ADN IDÈNTICS (BESSONS UNIVITEL·LINS)

Com ja hem esmentat anteriorment, en el nucli de totes les nostres cèl·lules trobem els cromosomes, aquells orgànuls formats de llargues cadenes d'ADN que contenen tota la informació hereditària, els gens. L'ADN envolta unes proteïnes anomenades nucleosomes, i durant la metilació, quan els grups metil es posen a sobre de l'ADN, els nucleosomes s'uneixen. Aquests segments d'ADN metilat ja no poden llegir-se. Per tant, els gens que els contenen es desactiven.

Si comprovéssim l'ADN de dues persones que tinguin diferents estils de vida però que el seu material hereditari sigui idèntic, és a dir, de bessons univitel·lins, podríem veure que la metilació de l'ADN de cadascuna d'aquestes persones és diferent. La causa d'aquest fet és que cada organisme respon de manera diferent als diversos factors ambientals.



Figura 21. Bessons univitel·lins

Font: <http://www.embarazorossa.com/diferencia-entre-gemelos-y-mellizos/>

D'aquesta manera, l'activació i la desactivació de gens és el que podria explicar per què bessons idèntics comencen a ser diferents en el moment en què un dels dos canvia el seu estil de vida.

### 4.3 PRINCIPALS INFLUÈNCIES EXTERNES

La causa principal que pot fer que els nostres gens s'activin o es desactivin són els aliments, però existeixen altres factors que també poden influir, com és el tabaquisme o l'alcohol. També juguen un paper important els raigs ultraviolats del Sol i les hormones de l'estrès. Totes aquestes influències del nostre estil de vida són les que ens fan ser com som.

#### 4.3.1 ALGUNS EXEMPLES SOBRE COM LA DIETA POT AFECTAR ELS NOSTRES GENS

Per mitjà de la nostra alimentació podem regular l'activitat enzimàtica, i fins i tot, activar o desactivar certs gens.



Figura 22. La dieta

Font: <http://alimentos.org.es/>

#### 4.3.1.1 L'ÚS DEL TE VERD EN EL JAPÓ

En el Japó, la població acostuma a tenir una incidència més baixa de càncer que altres països similars. La solució a aquest enigma és el te verd. Al bullir les fulles de te verd en aigua calenta s'obté un producte químic que reactiva cert gen que acostuma a tornar-se inactiu amb l'edat.

Aquest producte elimina els grups metil dels gens desactivats, fent que s'activin de nou, i són aquests gens reactivats



Figura 23. Te verd

Font: [http://www.sergicaballero.com/epigenetica-y-como-podemos-cambiar-nuestros-genes\\_2038/](http://www.sergicaballero.com/epigenetica-y-como-podemos-cambiar-nuestros-genes_2038/)

els que comencen a produir les substàncies pròpies del cos que lluiten contra el càncer.

#### 4.3.1.2 EL CAS DE LES DONES EMBARASSADES I ELS NADONS

Si les cèl·lules no tenen tot el material de construcció necessari a causa de la malnutrició, poden produir-se errors, i aleshores es perd informació.

És el cas de les dones embarassades i que mentre dura el seu embaràs no deixen de vomitar. Moltes de les seves cèl·lules no tenen el suficient material de construcció, com pot ser l'àcid fòlic o la vitamina B12 que són necessaris en l'úter.



Figura 24. Nadó i mare

Font: <http://ooche813.blogspot.com.es/2012/06/por-que-envejecemos.html>

Sempre s'ha pensat que els vòmits al principi de la gestació eren normals, però a partir d'estudis s'ha demostrat que aquests vòmits tenen un gran efecte en la salut del nadó.

L'alimentació que reben els nadons que són a l'úter i els que acaben de néixer programa els seus organismes la resta de les seves vides.

Els gens s'activen i es desactiven durant l'etapa fetal preparant el millor possible als futurs nadons per a la vida. Alguns dels gens activats romanen actius durant diverses generacions. Això podria fer-nos pensar que potser estem manipulant els gens dels nostres néts sense saber-ho.



Figura 25. Biberó de plàstic

No només importa l'aliment, sinó també el material on es diposita.

Els biberons fets de policarbonat contenen una substància que s'allibera en petites quantitats. Aquesta substància s'anomena *Bisfenol A*, i és un material fonamental que s'utilitza en l'elaboració de plàstics i revestiments per a productes com Cds, telèfons mòbils, cascs per a ciclistes...

El problema està en què quan s'escalfa el biberó, al trobar-se aquesta substància, va desprenent molècules de plàstic que el nadó consumeix al mateix instant que beu la llet. El *Bisfenol A* no és tòxic, però és capaç de produir efectes similars al de les hormones.

Font: <http://diario-de-un-embarazo.blogspot.com.es/2011/03/bisfenol-bpa-en-los-biberones.html>



Figura 26. Els nadons i els biberons de plàstic

Font:

[http://gruposdeconsumo.blogspot.com.es/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://gruposdeconsumo.blogspot.com.es/2011_10_01_archive.html)

Degut a la seva estructura molecular, el *Bisfenol A* s'adhereix als receptors d'estrògens. Aquest fet fa que aquests receptors es tornin actius i puguin activar gens que haurien de romandre inactius. Com a conseqüència, això pot provocar canvis en la pubertat, com per exemple en el creixement de les glàndules mamàries i en el tamany de l'úter o de la vagina. Pot fins i tot programar el cos de les nenes per tal de que accelerin el seu pas a la pubertat.

L'hormona artificial *Bisfenol A* no només es troba en biberons, sinó també en llaunes de conserva que, després d'omplir-les, se sotmeten a un breu procés d'escalfament.

Tot i tenir tota aquesta informació, i que molts investigadors no estiguin gaire d'acord, moltes companyies productores de plàstic s'han encarregat de fer estudis i han demostrat que el *Bisfenol A* és una substància totalment inofensiva.

### 4.3.1.3 EL BISFENOL A

#### 4.3.1.3.1 INFORMACIÓ GENERAL

També anomenat BPA (*4,4'-(propà-2,2-diil)difenol* ; nom proposat per la IUPAC), és una substància química que s'utilitza per a la fabricació de plàstics de pes lleuger.

Els productes de plàstic fabricats amb BPA acostumen a ser transparents i durs, són els denominats plàstics policarbonats. Entre ells cal citar envasos d'aliments i begudes, com ara ampolles d'aigua o biberons per a bebés, com ja hem comentat en la figura 26. També està present en llaunes metàl·liques per a revestiment d'aliments o en joguines de plàstic.

És recomanable evitar el consum d'aliments escalfats en envasos de plàstic en el microones, ja que quant més elevades siguin les temperatures, amb més facilitat s'alliberarà el *Bisfenol A* present en el plàstic i es filtrarà en els aliments del seu interior. No hi hauria problema si aquest recipient el féssim servir sense escalfar.

Però sí que és un problema reutilitzar ampolles de plàstic que després bevem, si les anem reutilitzant durant molt de temps, el *Bisfenol A* acaba alliberant-se.



Figura 27. Microones

Font:

<http://www.atuttomicroonde.net/mo-ndo-microonde-informazioni-utili/buono-a-sapersi/disposizione-degli-alimenti-nel-microonde/>

Alguns dels possibles perills que suposa ingerir aquesta substància en conjunt amb els aliments o begudes, és que pot estar associada a la diabetis, l'obesitat, l'infertilitat, el càncer de mama o de pròstata, problemes cardiovasculars, alteracions en el desenvolupament neurològic i cerebral i en trastorns de comportament, a més de problemes endocrins, de la pubertat, com hem esmentat en el cas dels bebés i els biberons de plàstic.

El codi de reciclatge, que es troba a la part inferior del recipient, indica el tipus de plàstic que s'ha utilitzat per a la fabricació d'aquest, i ens pot ajudar a saber si hi ha o no *Bisfenol A* en aquest plàstic. En aquest cas, ho podem saber si en el símbol de reciclatge apareixen els números 3, 7 o 10. En cas de que no portin números, sinó lletres, aquestes hauran de ser "PC" o bé "PVC".



*Figura 28. Codi de reciclatge*

*Font: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/03/codigos-de-los-plasticos.html>*

Aquest compost va ser declarat il·legal pel Senat francès el 2012, però les autoritats sanitàries espanyoles encara no han fet res al respecte contra aquesta substància, tot i que se sap que afecta majoritàriament a nadons i nens petits.

## II. PART PRÀCTICA

### I. RELACIÓ DELS PRODUCTES ESTUDIATS DE DIVERSOS SUPERMERCATS

He fet un estudi per tal de veure en quins productes alimentaris es troba la substància *Bisfenol A*. Ho he realitzat a partir de visitar cinc supermercats diferents, i he anotat 104 mostres en les que el seu envàs o recipient és de plàstic.

He recollit la descripció d'aquests productes en una taula:

Mostra	Tipus d'envàs	Producte	Marca	Punt de mostreig	Data	És recicla-ble?	Tipus de plàstic (nº)	Conté <i>Bisfenol A</i> ?
1	Recipient de plàstic	Ketchup	Prima	Bar "La Cantonada" (Montornès del Vallès)	27/09/13	Sí	7	Sí
2	Recipient de plàstic	Ketchup	Heinz	Casa (Montornès del Vallès)	19/10/13	No	/	/
3	Recipient de plàstic	Ketchup	Hellmann's	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
4	Recipient de plàstic	Ketchup	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
5	Recipient de plàstic	Ketchup	Calvé	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
6	Recipient de plàstic	Salsa per a amanides	Calvé	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
7	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Te	Nestea	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
8	Ampolla de plàstic (1 L)	Suc	Granini	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No

9	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Beguda refrescant	Coca Cola	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
10	Recipient de plàstic	Mouse	Nestlé (La lechera)	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	6	No
11	Recipient de plàstic	logur	Danone	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	6	No
12	Recipient de plàstic	logur	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	/	/
13	Recipient de plàstic	logur líquid	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
14	Recipient de plàstic	Nata per a cuinar	Central lechera asturiana	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
15	Recipient de plàstic	Nata per a cuinar	ATO	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
16	Recipient de plàstic	Nata per a cuinar	Président	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
17	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Suc	Sunny delight	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
18	Recipient de plàstic	Cafè amb llet	Kaiku	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	5	No
19	Recipient de plàstic	Suc	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
20	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Suc	Don Simon	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
21	Ampolla de plàstic (1 L)	Suc	Premiu m	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No



22	Recipient de plàstic	Mostassa	Prima	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	7	Sí
23	Recipient de plàstic	Mostassa	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
24	Recipient de plàstic	Maionesa	Calvé	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
25	Recipient de plàstic	Salsa	Heinz	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
26	Recipient de plàstic	Maionesa	Ligeres a	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
27	Recipient de plàstic	Maionesa	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
28	Recipient de plàstic	Maionesa	Onovi	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
29	Recipient de plàstic	Salsa Cèsar	Ligeres a	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
30	Recipient de plàstic	Salsa Cèsar	Heinz	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	/	/
31	Recipient de plàstic	Oli	Borges	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
32	Recipient de plàstic	Oli	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
33	Recipient de plàstic	Oli	Carbon ell	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
34	Ampolla de plàstic (1 L)	Suc	Minute Maid	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No

35	Plàstic	Bolleria industrial envasada	Martínez	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	5	No
36	Ampolla de plàstic (1 L)	Batut de cacau i llet	Llet nostra	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
37	Ampolla de plàstic (750 ml)	Batut de cacau i llet	Puleva	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
38	Ampolla de plàstic (1 L)	Batut de cacau i llet	Cacaolat	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
39	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Llet	Central lechera asturiana	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
40	Ampolla de plàstic (1,2 L)	Llet	Pascual	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	No	1	No
41	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Llet	ATO	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	2	No
42	Ampolla de plàstic (2 L)	Beguda refrescant	Eroski	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
43	Ampolla de plàstic (2 L)	Beguda refrescant	Fanta	Caprabo/ Eroski (Montornès del Vallès)	19/10/13	Sí	1	No
44	Plàstic	Carn envasada	Vacuno	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
45	Plàstic	Carn envasada	Martínez Lorente	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
46	Plàstic	Formatge envasat (en talls)	Holland Gouda	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
47	Plàstic	Formatge envasat (en talls)	Lafuente	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	/	/

48	Plàstic	Formatge envasat (en talls)	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	/	/
49	Plàstic	Formatge envasat	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
50	Recipient de plàstic	Clares d'ou	Huevos Guillén	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	2	No
51	Recipient de plàstic	Crema de cigrons	Simply greek	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
52	Recipient de plàstic	Amanida russa	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
53	Plàstic	Llom en salsa	Fleury michon	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
54	Ampolla de plàstic (1 L)	Batut de xocolata	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	2	No
55	Recipient de plàstic	logur líquid	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	2	No
56	Recipient de plàstic	logur	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	6	No
57	Recipient de plàstic (1 kg)	logur	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
58	Recipient de plàstic (1,5 L)	logur líquid	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
59	Recipient de plàstic	Llet condensada	Nestlé (la lechera)	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
60	Recipient de plàstic	Llet condensada	Nutricia	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
61	Recipient de plàstic	Salsa per amanides	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
62	Recipient de plàstic	Ketchup	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
63	Recipient de plàstic	Ceba fregida	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No

64	Recipient de plàstic	Oli	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
65	Recipient de plàstic	Vinagre	Merry	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	2	No
66	Recipient de plàstic	Llimona exprimida	Solimón	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
67	Recipient de plàstic	Sal marina	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
68	Recipient de plàstic	Crema de cacau	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
69	Recipient de plàstic	Crema de cacau	Nocilla	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
70	Plàstic	Caramels	Tic tac	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
71	Plàstic	Caramels	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	6	No
72	Plàstic	Sacarina líquida	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
73	Ampolla de plàstic (600 ml)	Suc de tomàquet	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
74	Recipient de plàstic (185 ml)	Crema de vinagreta	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
75	Recipient de plàstic	Amanida fresca	Verdifresh	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
76	Ampolla de plàstic (750 ml)	Suc	Vitafit	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
77	Plàstic	Pebrots rostits envasats	Edulis	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
78	Plàstic	Cheeseburger	Mcenedy	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
79	Plàstic	Truita de patates	Freshvale	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí

80	Plàstic	Salmó fumat envasat	Norfisk	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	7	Sí
81	Ampolla de plàstic (750 ml)	logur líquid	Springfresh	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
82	Recipient de plàstic	logur líquid	Milbona	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
83	Recipient de plàstic	logur	Milbona	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	6	No
84	Recipient de plàstic	Batut	Mcenedy	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
85	Ampolla de plàstic (1 L)	Llet natural	Leyma	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
86	Recipient de plàstic	Salsa per a amanides	Vita d'or	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
87	Recipient de plàstic	Mostassa	Winarom	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	2	No
88	Recipient de plàstic	Ketchup	Kania	Lidl (Montornès del Vallès)	02/11/13	Sí	1	No
89	Recipient de plàstic	Papilla de fruites	Hacendado	Mercadona (Parets del Vallès)	02/11/13	Sí	5	No
90	Recipient de plàstic	logur	Dia	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	6	No
91	Recipient de plàstic	Crema de xocolata amb nata	Dia	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	5	No
92	Ampolla de plàstic (750 ml)	logur líquid	Dia	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No
93	Plàstic	Menjar precuinat	Gallina blanca	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	5	No
94	Plàstic	Menjar precuinat	Dia	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	5	No
95	Ampolla de plàstic (1 L)	Suc	Dia	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No
96	Recipient de plàstic (400 ml)	Maionesa	Prima	Dia (Granollers)	14/11/13	Sí	7	Sí

97	Recipient de plàstic	Complement làctic ("actimel per a bebés")	Hero	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	7	Sí
98	Recipient de plàstic (560 g)	Ketchup	Carrefour	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No
99	Recipient de plàstic	Ketchup	Hunt's	Carrefour (Granollers)	14/11/13	/	1	No
100	Recipient de plàstic (300 g)	Salsa	Carrefour	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	2	No
101	Recipient de plàstic (570 g)	Ketchup	Orlando	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	2	No
102	Ampolla de plàstic (1,5 L)	Llet fresca	Carrefour	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No
103	Ampolla de plàstic (750 ml)	logur líquid	Carrefour	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No
104	Recipient de plàstic (500 g)	logur	Carrefour	Carrefour (Granollers)	14/11/13	Sí	1	No

Alguns exemples que he trobat on el tipus de plàstic del recipient dels productes conté Bisfenol A són els següents:



Figura 29: correspon a la Mostra 1.

Font: <http://vilamarket.es/ca/sales/540-ketchup-prima-375-gr.html>



Figura 30: correspon a la Mostra 22.

Font: <http://www.angaga.es/CAT2008/VA/va09prima.html>



Figura 31: correspon a la Mostra 46.

Font: <http://www.compraslanzarote.com/del-super/lacteos/queso-gouda-lonchas-castillo.html>



Figura 32: correspon a la Mostra 59.

Font: <http://www.tereco.miando.es/lech-condensada/386-leche-condensada-la-lechera-27-kg.html>



Figura 33: correspon a la Mostra 60.

Font: <http://www.carritus.com/categoria/2073-condensada>



Figura 34: correspon a la Mostra 96.

Font: <http://www.desdetutierra.com/es/60-mayonesa-prima-400-ml.html>



Figura 35: correspon a la Mostra 97.

Font: <https://www.latiendaherobaby.com/complemento-lacteo-babylactis-piata.html>

De les 104 mostres estudiades, 102 estan envasades en plàstic reciclable, una en no reciclable i una altra no se'n sap.

## II. ESTUDI DE LA CLASSIFICACIÓ DELS PRODUCTES SEGONS EL SEU NÚMERO DE RECICLATGE I EL SEU PROCÉS D'ESCALFAMENT

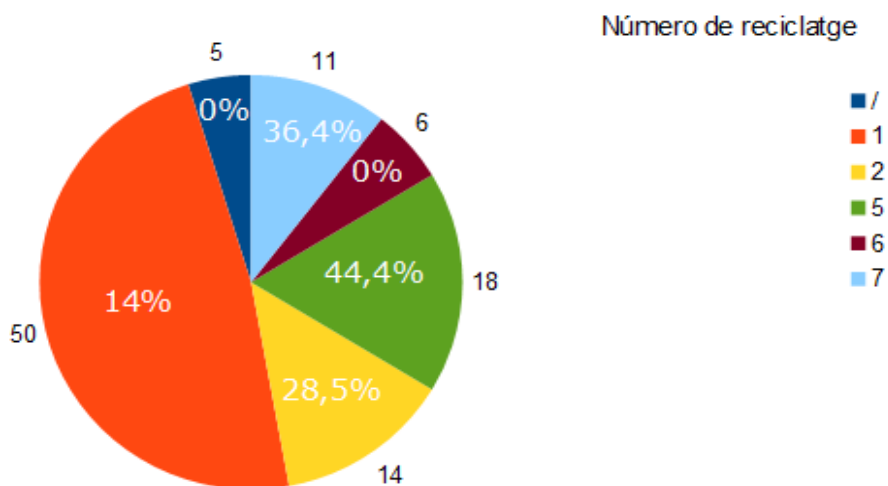
Aprofitant les dades de la taula anterior, he pogut realitzar una nova taula relacionant la quantitat de productes que he trobat, classificats segons el seu número de reciclatge, i el fet de que s'escalfen o no.

Número segons el codi de reciclatge	Quantitat	Quants s'escalfen?
/	5	0
1	50	7
2	14	4
5	18	8
6	6	0
7	11	4

D'un total de 104 mostres, s'han trobat 11 productes envasats amb plàstic reciclat amb el codi número 7. Dels codis 3 i 10 no s'ha trobat cap.

De les 104 mostres estudiades, només 23 s'escalfen, la resta no.

- Quantitat de productes segons el número de reciclatge (d'un total de 104)
- Percentatge dels productes que s'escalfen segons el seu número de reciclatge



*Els resultats dels percentatges estan expressats sobre el total de cada quantitat de productes que hi ha segons cada número de reciclatge, per exemple, en el cas de que el número de reciclatge fos 1, he fet la següent operació:  $(7/50) \times 100 = 14\%$*

### III. ESTUDI DE LA CLASSIFICACIÓ DELS PRODUCTES SEGONS EL SEU ESTAT FÍSIC

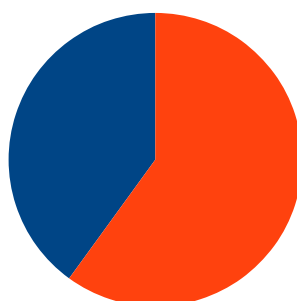
Continuant amb l'estudi de la taula de l'apartat I, he realitzat una taula més on classifico els productes segons quin sigui el seu estat físic:

Número de reciclatge	Quantitat	Producte en estat sòlid	Producte en estat semilíquid	Producte en estat líquid
/	5	2	3	0
1	50	1	19	30
2	14	0	6	8
5	18	13	3	2
6	6	1	5	0
7	11	5	5	1

D'un total de 5 productes que no tenen número de reciclatge, 2 es troben en estat sòlid, 3 en estat semilíquid i cap en estat líquid.

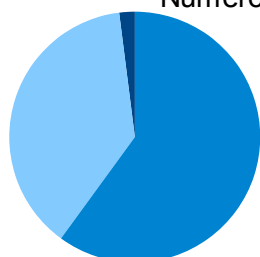
#### Classificació dels productes segons el seu estat físic

Número de reciclatge: /



- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

Número de reciclatge: 1

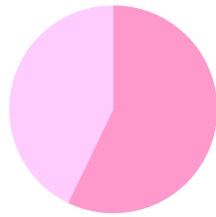


- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

De 50 productes que he trobat on el seu número de reciclatge és el 1, només n'he trobat un en estat sòlid, la resta hi ha 30 en estat líquid i 19 en estat semilíquid.



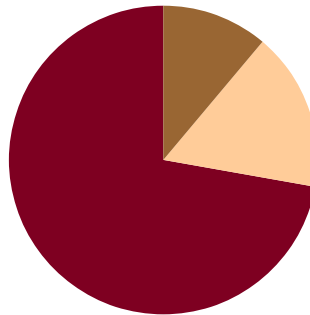
Número de reciclatge: 2



- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

D'entre aquells que el seu número de reciclatge és el 2, no he trobat cap en estat sòlid, en canvi, en estat semilíquid n'he trobat 6 i en estat líquid 8. El total de mostres és de 14.

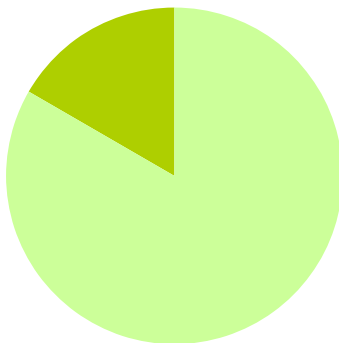
Número de reciclatge: 5



- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

D'un total de 18 productes, 13 estaven en estat sòlid, 3 en estat semilíquid i 2 eren líquids.

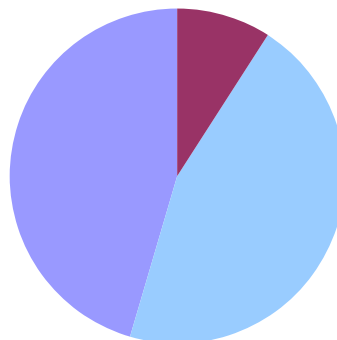
Número de reciclatge: 6



- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

Els productes que el seu número de reciclatge era el 6, he trobat un total de 6 mostres on 5 d'elles estaven en estat semilíquid i 1 només en estat sòlid.

Número de reciclatge: 7



- Producte en estat sòlid
- Producte en estat semilíquid
- Producte en estat líquid

Per finalitzar, d'entre aquells productes més interessants, els que tenen el codi número 7, n'he trobat 11. 5 dels quals estan en estat sòlid, i uns altres 5 són semilíquids. El que queda està en estat líquid.

#### IV. ESTUDI DE LA PRESENCIA DE BIBERONS DE PLÀSTIC O VIDRE EN FARMÀCIES I SUPERMERCATS

La següent taula ha estat realitzada a partir de visitar tres farmàcies diferents (dos de Montornès del Vallès i una de Montmeló) i un supermercat.

Punt de mostreig	Presència de biberons de vidre	Presència de biberons de plàstic	Número de reciclatge
Supermercat	No	Sí	7
Farmàcia 1	No	Sí	-
Farmàcia 2	No	Sí	-
Farmàcia 3	No	Sí	-

Vaig comprovar que només es venien biberons de plàstic, i cap de vidre. També vaig poder veure que en molts d'aquests biberons no vaig poder mirar el número de reciclatge pel fet de que estaven embolicats en cartró o bé en capsos. Malgrat això, en el supermercat sí que ho vaig poder mirar, i com ja intuïa, el número de reciclatge del plàstic del biberó era el 7.

## COMENTARIS

---

M'agradaria fer un petit comentari sobre l'alimentació, que, com d'altres factors externs, queda gravat en les pàgines del nostre "llibre epigenètic". Sinó, com s'explica que en l'hambruna que va haver durant la Segona Guerra Mundial a Holanda, els néts d'aquelles persones que van patir la malnutrició, van tenir problemes de salut semblants als dels seus pares? El fet de que les dones embarassades en l'hambruna no tinguessin prou aliment, va fer que el metabolisme dels seus nadons es faci més lent de lo normal, de manera que al acabar l'hambruna, quan aquests nadons comencessin a menjar de manera normal, tindrien, probablement, problemes d'obesitat. La causa és que mentre eren a la matriu de la seva mare, rebien aliments de manera escassa. I per això, els seus organismes van estar 'programats' per ser lents.

Ara bé, enfocant el tema de la substància química *Bisfenol A*, si lliguem els resultats obtinguts amb el que sabem sobre aquesta, el seu alliberament es produeix quan escalfem el recipient de plàstic en què dipositem determinats productes. Observant el gràfic, podem veure que allà on hi ha *Bisfenol A*, en el número 7, s'escalfen 4 productes d'un total d'11. És possible que aquests productes no els escalfem amb el plàstic inclòs, ja que estem parlant per exemple d'una truita de patates. Per tant, si a ningú se li acut ficar al microones aquesta mena de productes amb el seu plàstic, no hauria de suposar cap problema.

El problema arriba de debò quan allò que volem escalfar és la llet dels nostres nadons al microones, ja que normalment ho fem en biberons de plàstic. En una de les farmàcies a les que vaig anar, concretament a la de Montmeló, em van assegurar que es van retirar tots els biberons de vidre, i actualment només es venen de plàstic. Això ho vaig poder comprovar en el supermercat de Montornès, al *Caprabo*, on vaig trobar que només es venien biberons de plàstic, i és més, vaig poder mirar la part inferior del biberó per tal de veure el número del plàstic, on efectivament era el 7. Com s'ha descrit a la part teòrica, hi ha el risc de que si s'escalfa, sí que s'alliberarà la substància *Bisfenol A*.

El fet de que només trobés biberons de plàstic tant en les farmàcies com en els supermercats em va empènyer a preguntar a l'Agustí Moreno, amo d'una de les farmàcies de Montornès, el perquè d'aquesta qüestió. Va trucar a la comercial de biberons i van donar-li dues raons: la primera, per qüestions econòmiques, ja que és més car produir biberons de vidre que no pas de plàstic. I la segona, per temes de practicitat, és a dir, els biberons de vidre són més fàcils de trencar.

D'entre les marques de biberons que jo vaig anotar (*Suavinex*, *NUK*, *Eroski* i *caprabo baby*) només hi ha una empresa que sí que continua venent biberons de vidre, la *NUK*. Això sí, ho fa en poques unitats.

Tot i que els de la comercial li van dir que sobretot eren per temes de practicitat i no tant econòmics, el fet de no vendre biberons de vidre, l'Agustí pensa que és més ben al revés.

Aquest aspecte el vaig poder comprovar al veure que en els supermercats continuaven havent biberons de plàstic amb *Bisfenol A*, és a dir, que vaig poder mirar que el número de reciclatge era el 7. L'Agustí em va confirmar que a partir de la normativa que va signar la Unió Europa al voltant del 2010-2011, es van retirar tots els biberons de plàstic tant en farmàcies com en supermercats. O, si més no, ho haurien d'haver fet.

A partir d'això m'he adonat del mètode de venda que té cada petit comerç. Les farmàcies sí que van retirar tots els biberons que continguessin *Bisfenol A* pel simple fet de que els importa la salut de la població. En canvi, en els supermercats no ho van fer ja que només els interessa vendre. Aleshores.. Tan segurs estan els de la comercial que el fet de no vendre biberons de vidre és sobretot una raó de practicitat? Jo penso que no.

Concluint tota aquesta informació que em va proporcionar l'Agustí, puc deduir que el número de reciclatge que no vaig poder mirar en els biberons de plàstic de les farmàcies ha de ser qualsevol menys el 3, el 7 o el 10.

Continuant amb l'estudi del *Bisfenol A*, la raó per la que vaig realitzar la taula de l'apartat *Estudi de la classificació dels productes segons el seu estat físic* va ser per veure en els productes de quin número de reciclatge hi han més mostres en estat líquid. El fet de que aquests líquids estiguin en envasos de plàstic, fa que hi hagi la possibilitat de que, en el cas de que el recipient utilitzat es reutilitzi durant molt temps, el *Bisfenol A* s'alliberi i passi a aquests productes. A partir dels resultats de la taula, tant classificant els productes en estat semilíquid com en estat líquid, són aquells que tenen el codi 1 els que més abunden en aquests dos estats, de manera que no hi ha perill, ja que aquest tipus de plàstic no conté *Bisfenol A*.

# CONCLUSIONS

---

Després de gairebé tot un any treballant en aquesta tasca, m'ha fet possible realitzar una sèrie de conclusions:

1. M'ha permès conèixer més profundament el terme 'epigenètica' i d'adonar-me de la importància que té l'ambient, el qual ens defineix al llarg del temps permetent o inhibint l'expressió dels nostres gens.
2. A partir dels articles llegits he pogut veure que l'alimentació és un factor clau en la nostra salut, i també en la dels nostres descendents. No només són els cromosomes el que s'hereta, sinó que allò que nosaltres vivim, a aquells factors als que nosaltres ens exposem, i la manera en què regulen l'expressió dels nostres gens també passa a la descendència.
3. He pogut veure que la majoria dels aliments envasats en plàstic, aquest és reciclable.
4. Aquesta expressió o inhibició dels gens ve donada per la manera en què nosaltres ens exposem a determinats factors externs. El principal factor que jo he estudiat ha estat el *Bisfenol A*, del qual m'he adonat de que en molts recipients de productes que consumim diàriament és present. De mostres on el seu número de reciclatge sigui 3 o 10 no s'han trobat cap, en canvi, del 7 n'he trobat 11.
5. He vist que molts productes que consumim a partir d'escalfar-los s'envasen en plàstic, de manera que dona pas a que el *Bisfenol A* present en el plàstic s'alliberi i passi al producte.
6. En la recerca feta he vist que el *Bisfenol A* és més perjudicial si es troba en recipients de plàstic de productes en estat líquid, ja que el que acostumem a fer és reutilitzar aquests recipients. De manera que la substància té l'oportunitat d'anar alliberant-se a poc a poc.
7. Respecte el tema dels biberons, he comprovat que es venen amb molta més abundància biberons de plàstic que no pas de vidre. Els biberons de vidre són més cars i també més fàcils de trencar. En el cas dels de plàstic, s'ha d'anar en compte amb els biberons dels supermercats, ja que, a diferència dels de les farmàcies, aquests no es van retirar al seu moment i contenen *Bisfenol A*. Amb això puc deduir que la normativa que es va signar el 2010 no va provocar cap efecte en els supermercats.

# BIBLIOGRAFIA

---

## – ELS CROMOSOMES

<http://mmiguela.wordpress.com/divisio-cel%C2%B7lular/>

<http://blocs.xtec.cat/pgarcia7/files/2008/06/1-els-cromosomes.pdf>

## – DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGIA MOLECULAR

[http://ca.wikipedia.org/wiki/Dogma\\_central](http://ca.wikipedia.org/wiki/Dogma_central)

[http://es.wikipedia.org/wiki/ARN\\_mensajero](http://es.wikipedia.org/wiki/ARN_mensajero)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Replicaci%C3%B3n\\_de\\_ADN#Semiconservadora](http://es.wikipedia.org/wiki/Replicaci%C3%B3n_de_ADN#Semiconservadora)

## +LLIBRE DE BIOLOGIA DE 1er DE BATXILLERAT

## – EPIGENÈTICA

<http://www.irbbarcelona.org/index.php/cat/news/irb-news/scientific/mes-enlla-del-genoma-lepigenetica>

<http://www.epigenetica.org/definiendo-la-epigenetica-y-temas-relacionados/>

<http://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/28/posts/epigenetica-caracteres-adquiridos-sobre-nuestros-genes-11009>

<http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2011/reb114f.pdf>

<http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2011/reb114f.pdf>

[http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula\\_madre](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula_madre)

<http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=29743>

<http://www.youtube.com/watch?v=xeYNn2st00g>

<http://www.xtec.cat/~malos/caracteristiques/desenvolupament/gastrulacio.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos10/mebi/mebi.shtml#pro>

<http://locosporlabiologia.wordpress.com/2011/07/18/epigenetica-recordando-caminos/>

<http://locosporlabiologia.wordpress.com/2011/07/20/la-quimica-del-genoma/>

<http://www.diaridegirona.cat/salut/2012/10/29/que-envellim/588396.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%B3mero>

– EPIGENÈTICA I LA INFLUÈNCIA DELS FACTORS AMBIENTALS

<http://www.imim.es/imimat/2008/10/que-es-lepigenetica/ca/>

[http://www.epigenetica.org/?page\\_id=183](http://www.epigenetica.org/?page_id=183)

<http://cienciaylocura.net/2011/01/31/epigenetica-y-memoria-genetica-de-cambios-adquiridos-durante-la-vida/#more-504>

<http://www.experientiadocet.com/2009/05/herencia-no-basada-en-el-adn-el-retorno.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=KLDfmUU5VT0>

[http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-08-26/como-evitar-el-bisfenol-a-la-peligrosa-sustancia-cancerigena\\_19277/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-08-26/como-evitar-el-bisfenol-a-la-peligrosa-sustancia-cancerigena_19277/)

# ANNEXOS

## - Annex 1: BREU ANÀLISI D'ARTICLES DE DIARI SOBRE EL BISFENOL A

La normativa de la qual em va parlar l'Agustí, va ser convocada per tots els països de la Unió Europea i a partir d'això, es van aplicar uns altres biberons on el plàstic no contingués aquesta substància.

Després de mirar i comparar tota la informació que he recaptat fins ara, he trobat algunes contradiccions. Com he comentat abans, a França es va il·legalitzar aquest compost, però a Espanya figura que no van prendre cap mena de mesura.



ESPAÑA AÚN NO LA HA PROHIBIDO

## Cómo evitar el bisfenol A, la peligrosa sustancia cancerígena

*“El Senado francés declaró ilegal este compuesto en octubre del pasado año”*

Las autoridades sanitarias españolas aún no han movido ficha sobre esta controvertida sustancia que se encuentra en el [punto de mira](#) de los investigadores médicos. Sin embargo, **desde la Unión Europea se están promoviendo diversos [estudios para analizar su riesgo](#)**

potencial en la salud humana y legislar según sus resultados. La comunidad científica internacional no ha conseguido consensuar un punto de vista respecto a los perjuicios de la exposición al Bisfenol A, aunque sí coinciden en subrayar que **[los bebés y niños pequeños son el grupo poblacional con más riesgos.](#)**

Figura 36. Article del diari El Confidencial, 26/08/2013

Font: [http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-08-26/como-evitar-el-bisfenol-a-la-peligrosa-sustancia-cancerigena\\_19277/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-08-26/como-evitar-el-bisfenol-a-la-peligrosa-sustancia-cancerigena_19277/)



L'article que figura la normativa que va acordar la Unió Europea és el següent:

EL MUNDO en ORBYT. Hemeroteca Clasificados

**EL MUNDO.es** | Salud

Líder mundial en español | Lunes 29/11/2010. Actualizado 08:21h.

LEGISLACIÓN | Entrará en vigor en junio de 2011

## La UE prohíbe los biberones con bisfenol A

Porque puede afectar al desarrollo de los niños y a su sistema inmune  
También se vetará la entrada de productos que contengan este compuesto

Efe|Bruselas  
Actualizado jueves 25/11/2010 20:18 horas

La Unión Europea (UE) ha acordado prohibir los biberones de plástico que lleven el componente bisfenol A (BPA) por sus posibles efectos perjudiciales para la salud de los niños, según ha informado la Comisión Europea en un comunicado.

Expertos de los Veintisiete países de la UE así como del Ejecutivo comunitario, en el marco del Comité Permanente para la Cadena Alimentaria y la Salud Animal, han adoptado esta prohibición, que entrará en vigor el 1 de junio de 2011.

"Hay estudios que demuestran que el bisfenol A puede tener efectos para el desarrollo del niño, la respuesta de su sistema inmunológico y el fomento de la aparición de tumores", ha explicado el comisario de Salud y Consumo, John Dalli, tras felicitarse por la medida.

Según el comisario, "esto son buenas noticias para los consumidores europeos, que a partir de mediados del año próximo podrán estar tranquilos de que ningún biberón contiene bisfenol A".

Además de quedar prohibida la fabricación y venta de este componente del plástico para biberones, también queda vetada la importación a la UE.

Siguiendo la estela de EEUU y Canadá

La decisión de los Veintisiete llega casi dos meses después de que la Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria (AESA) anunciara que, con los datos actuales, **no había razón para modificar las dosis máximas de BPA** tolerables por el organismo.

Bruselas ha destacado ahora que se trata de una decisión fruto de "meses de discusiones" entre los Veintisiete, la CE, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria y los fabricantes.

El bisfenol A, que se utiliza en la composición de algunos plásticos, como el policarbonato, ya ha sido prohibido en los biberones en Canadá -primer país que lo ha calificado como sustancia tóxica- y ha desaparecido también en EEUU por **decisión de los fabricantes**.

Además de estar presente en los biberones, el BPA también puede estar en vajillas, recipientes **de electrodomésticos**, dispensadores de agua y las juntas de goma de las tapas de los potitos.

Figura 37. Article del diari El Mundo, 25/11/2010

Font: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2010/11/25/noticias/1290712681.html>

Aquest article és d'un any abans de que el Senat francès il·legalitzés el *Bisfenol A*, i indica que sí que es van prohibir els biberons que continguin aquesta substància.

En el primer moment que vaig llegir aquests dos articles, em va semblar tot una mica confòs i contradictori, però ara ja puc imaginar-me la resposta: tal com em va confirmar l'Agustí, probablement el primer article, que és el més recent, va ser publicat a partir de mirar únicament biberons de plàstic en supermercats, ja que és allà on aquesta normativa no va tenir cap efecte.

## - Annex 2: GLOSSARI

### *Dogma Central de la Biologia Molecular*

- **Nucleasa:** enzim que trenca els enllaços existents entre els nucleòtids d'una cadena.
- **Exonucleasa:** nucleasa que només pot actuar als extrems de la molècula.
- **Endonucleasa:** nucleasa que només actua sobre punts de l'interior de la cadena.

### *Epigenètica*

- **CpG:** Les illes CpG són regions d'ADN en les que existeix una gran concentració de parells de citosines i guanines enllaçats per fosfats. La "p" de CpG representa que estan enllaçats per un fosfat.
- **Factor de transcripció:** proteïna que s'uneix a seqüències d'ADN específiques i controla la transcripció de la informació genètica de l'ADN a l'ARNm.
- **Promotors:** seqüències d'ADN que dirigeixen la transcripció d'un gen adjacent (que jeu al costat de) a aquest.
- **Extrem N-terminal:** es refereix a l'extrem d'una proteïna o un pèptid que té un grup amino lliure. Per convenció, s'associa aquest extrem a l'inici de la seqüència de la proteïna.
- **Nucleosoma:** estructura que constitueix la unitat fonamental i essencial de la cromatina.

### *Epigenètica i la influència dels factors ambientals, entre ells: l'alimentació*

- **Estrògens:** hormones sexuals femenines.

## AGRAÏMENTS

---

- M'agradaria donar les gràcies tant a la meva mare com al meu pare per tenir paciència i acompanyar-me a tots els diferents supermercats i farmàcies als que he hagut d'anar per realitzar la part pràctica del meu treball.
- Més concretament al meu pare, per ajudar-me a contactar amb l'Agustí Moreno.
- A l'Agustí Moreno, per proporcionar-me la informació sobre els biberons.
- A la meva cosina, per facilitar-me el vídeo *Epigenética: cómo la alimentación cambia nuestros genes*, el qual ha sigut la base de tot el treball.
- I per finalitzar: a la Mercè Hermida, la meva tutora, per haver-me ajudat i guiat amb el treball.

