

A4. Mitosi virtual d'una cèl·lula animal

Entreu a l'adreça electrònica: www.cellsalive.com/mitosis.htm versió original. O bé aneu a la versió traduïda:

www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/1643/mitosisquest.html&prev=/search%3Fq%3Dwebquest%2Bmitosis%26hl%3Des%26lr%3D%26sa%3D

Un cop hàgiu premut el **play** i observat l'animació les vegades que vulgueu, contesteu les qüestions següents:

- 1- **Per què creieu que aquesta pàgina té com a títol “cells alive!”?**
- 2- **Què representa l'enquadrament de dalt a l'esquerra?**
- 3- **Quin significat té el conjunt de noms que hi ha a l'esquerra de l'animació?**
- 4- **Quants cromosomes té la cèl·lula mare? Com són aquests cromosomes, senzills o duplicats? Per què?**
- 5- **Quants cromosomes tenen les cèl·lules filles? Com són aquests cromosomes, senzills o duplicats? Per què?**
- 6- **Hem vist anteriorment que els models científics serveixen per a fer prediccions. Us proposem que us disposeu a fer-ne una: Hi ha una substància anomenada colxicina, que s'obté d'una planta (una varietat del safrà), que impedeix la formació dels filaments propis de la mitosi. Què creieu que passarà a les cèl·lules d'una arrel de ceba si aquesta es troba immersa en una dissolució d'aigua i colxicina?**

Activitat 4 d'autoregulació

Ara que heu realitzat una sèrie d'activitats sobre PER QUÈ EL DNA ÉS IGUAL EN TOTES LES CÈL·LULES D'UN INDIVIDU, us proposem que intenteu descobrir quin era l'objectiu principal (o objectius principals) de cadascuna d'elles.

ACTIVITAT	CONTINGUTS: paraules clau que s'aprenen o es treballen	OBJECTIU/S: aquesta activitat serveix per aprendre a... (frases amb les paraules clau i amb accions. Per ex.: fer tal cosa, explicar-ne tal altra, valorar tal aspecte...)
1- El cicle cel·lular		
2- Un model de mitosi		

3- Anem a la realitat		
4- Mitosi virtual d'una cèl·lula animal		

V. PER QUÈ EL DNA DE CADA PERSONA ÉS DIFERENT?

A1. El DNA de cada persona és diferent

El DNA que tenim els éssers humans dins les nostres cèl·lules no és idèntic. Actualment es pot analitzar el DNA de cada ésser humà i construir l'anomenada empremta genètica, que és com un carnet d'identitat que permet identificar-nos. Fa un temps, com sabeu, el caràcter diferencial entre uns individus i uns altres era l'empremta dactilar.

Quina particularitat té aquest DNA que ens pot identificar a cadascun de nosaltres? En el conjunt dels cromosomes que tenim dins les cèl·lules hi ha uns fragments de DNA que porten informació perquè l'organisme fabriqui unes determinades proteïnes: són els gens o també l'anomenat DNA codificant. Hi ha altres fragments que no porten informació per al funcionament de l'organisme i formen part d'una categoria de DNA anomenada no codificant o "DNA basura". El primer, el codificant, és relativament poc variable en el conjunt de la població humana. En canvi, el no codificant o "DNA basura" es fa servir actualment per a identificar les persones. Està format per fragments que tenen una seqüència curta de nucleòtids que es repeteix moltes vegades. S'anomenen fragments de repetició en tàndem o STR (Short Tandem Repeat).

Posem un exemple:

Un STR podria ser ACTTACTTACTTACTTACTTACTT... fins a un número determinat de repeticions. Aquest fragment de DNA és un tros de cromosoma i pot tenir la seqüència ACTT repetida 8 vegades, o 10, o 12, etc. Els individus ens diferenciem els uns dels altres en el número de vegades que estan repetides aquestes seqüències.

Recordem que en els éssers humans els cromosomes estan formant parelles, els cromosomes homòlegs; és a dir, que tenim dos exemplars de cada cromosoma. Si un individu té 8 repeticions del fragment ACTT en un dels cromosomes, en la parella corresponent pot tenir 8 o bé un número diferent de repeticions, per exemple 12. En el primer cas direm que l'individu és 8/8 per aquesta característica i en el segon cas que és 8/12.

Els fragments de repetició en tàndem es troben ocupant llocs determinats en cadascun dels diferents cromosomes. Quan es tracta d'identificar les persones, s'analitza un nombre determinat de fragments de repetició en tàndem, ja que seria impossible analitzar-los tots! Els laboratoris de genètica forense de tot el món s'han posat d'acord per analitzar-ne uns quants, que s'anomenen "marcadors". El resultat d'aquesta anàlisi constitueix un registre genètic de la persona anomenat "empremta genètica de DNA". En proves d'identificació forense el FBI n'utilitza 13 d'aquests marcadors i són els que tenen validesa legal en casos d'identificació criminal.

Qüestions

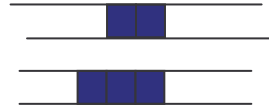
- a- Definiu la paraula tàndem.
- b- Quina diferència creieu que hi ha entre un gen i un STR?
- c- Inventeu-vos un fragment STR que tingui 10 repeticions.
- d- Definiu amb paraules vostres què és un marcador.
- e- En la il·lustració següent es dibuixen 3 parelles de cromosomes de dues persones A i B. En cada parella de cromosomes es representa un marcador amb un color determinat. Escriu al costat de cada cromosoma el nombre de repeticions en tàndem que presenta cada marcador i com són els individus A i

B per aquesta característica. Cal tenir en compte que cada quadradet representa una seqüència de repetició.

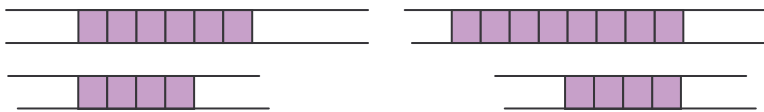
Individu A



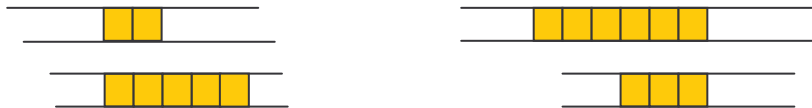
Individu B



Parella de cromosomes n.3

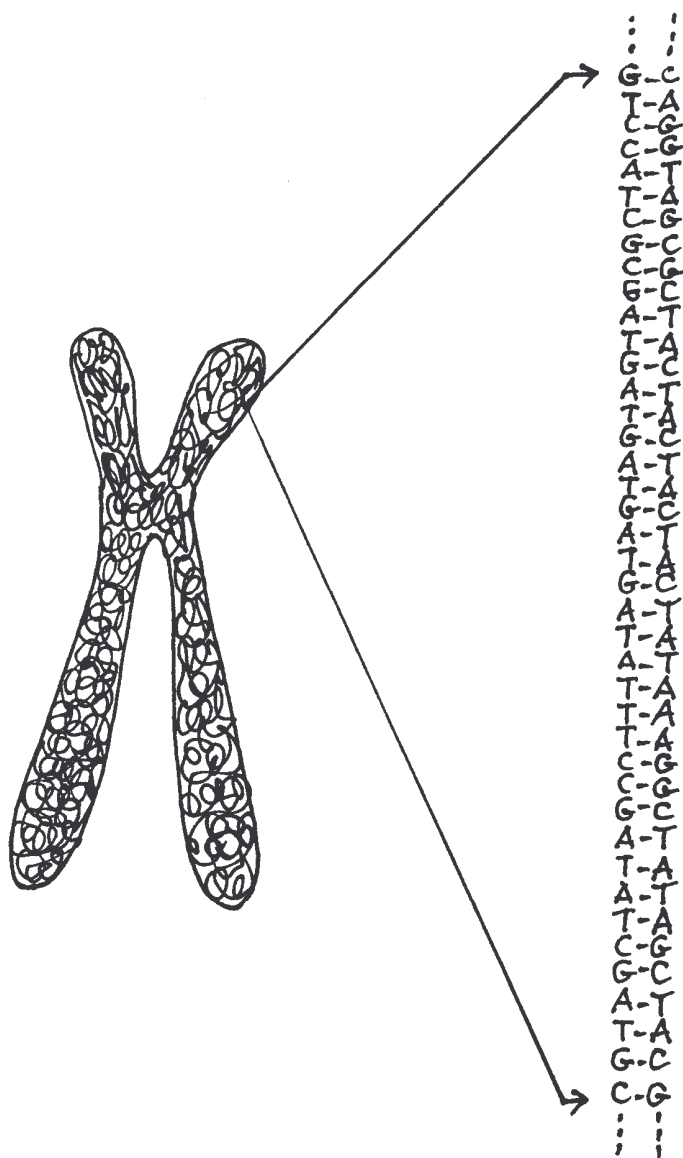


Parella de cromosomes n. 11



Parella de cromosomes n.16

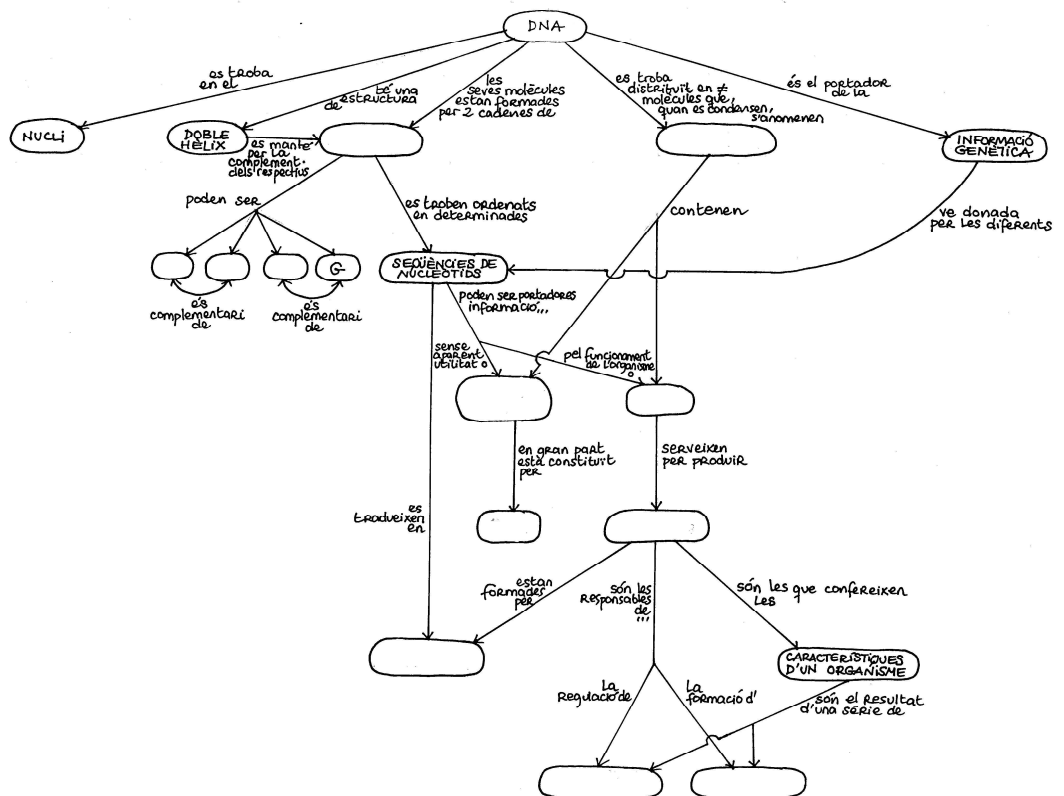
- f- Fixeu-vos en el cromosoma que teniu dibuixat ja continuació. Haureu d'identificar el "DNA basura" i els gens, i pintar-los d'un color diferent.



Activitat de síntesi: Què hem après fins ara?

El següent mapa conceptual recull les idees més rellevants del que hem treballat fins ara sobre el DNA. Completeu-lo, a partir del què heu après, amb els conceptes següents:

Estructures cel·lulars, A,C,T, proteïnes, cromosomes, gens o DNA codificant, processos físics i químics, aminoàcids, STR, nucleòtids.



Activitat 5 d'autoregulació

Ara que heu realitzat una sèrie d'activitats sobre EL FET QUE EL DNA DE CADA PERSONA ÉS DIFERENT, us proposem que intenteu descobrir quin era l'objectiu principal (o objectius principals) de cadascuna d'elles.

ACTIVITAT	CONTINGUTS: paraules clau que s'aprenen o es treballen	OBJECTIU/S: aquesta activitat serveix per aprendre a... (frases amb les paraules clau i amb accions. Per ex.: fer tal cosa, explicar-ne tal altra, valorar tal aspecte...)
1- L'empremta genètica		
2- Activitat de síntesi: què hem après fins ara?		

VI. COM ES FAN LES PROVES DE DNA PER IDENTIFICAR PERSONES?

A1. Obtenció de la mostra de DNA

Moltes persones sol·liciten una prova de DNA perquè desitgen tenir un registre de la seva identitat genètica. Actualment això es pot fer per internet, sol·licitant-la a un laboratori de genètica. Prova-ho!

Entra a : <http://www.biozell.com/pruebaADN.htm>

Qüestions

- a- En el procediment per a l'extracció de la mostra es demana que us grateu amb el cotó la cara interna de la galta durant un minut. Per què creieu que cal fer aquesta operació? Què s'extreu de la cara interna de la galta?
- b- Diu que la prova es pot fer amb altres restes biològiques com ara dents, restes òssies, etc. Per què?
- c- Es poden fer servir també cabells, però han de ser amb arrels. Per què?
- d- Els cotons que es fan servir cal que siguin estèrils. Per què?
- e- També es demana que no es begui ni es mengi durant 30 minuts abans de fer la prova. Per què?

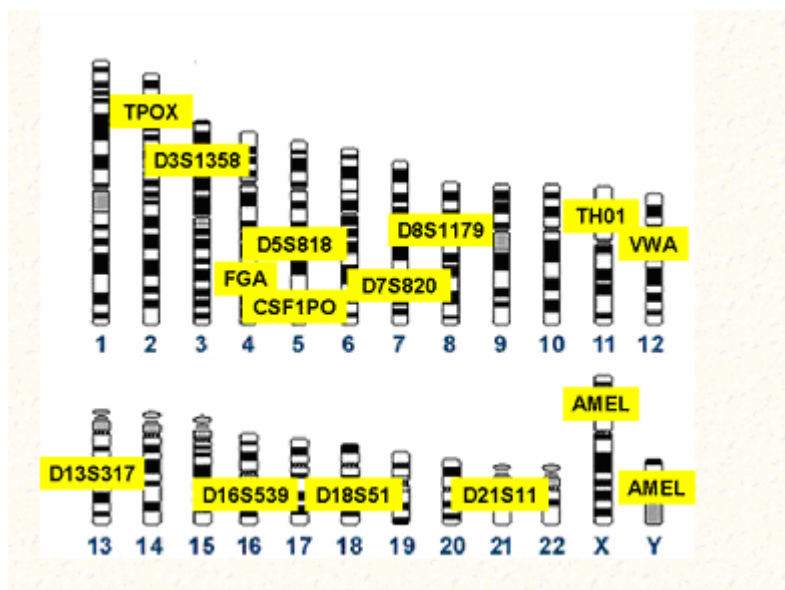
A2. Què és el que s'analitza de la mostra?

A l'apartat anterior hem diferenciat dos tipus de DNA:

- DNA codificant, que és el que forma els gens.
- DNA no codificant, que és l'anomenat "DNA basura" i que està format pels fragments de repetició en tàndem STR.

En les proves de DNA no s'analitza tot el DNA que existeix en el nucli de les cèl·lules, només s'analitzen els STR. Tampoc no s'analitzen tots els STR que hi ha en el conjunt dels cromosomes, perquè seria una feina inabastable.

La comunitat científico-forense de tot el món s'ha posat d'acord, quan s'han de fer proves d'identificació amb validesa legal, per analitzar 13 d'aquests STR que s'anomenen marcadors.



situació dels 13 marcadors en els cromosomes

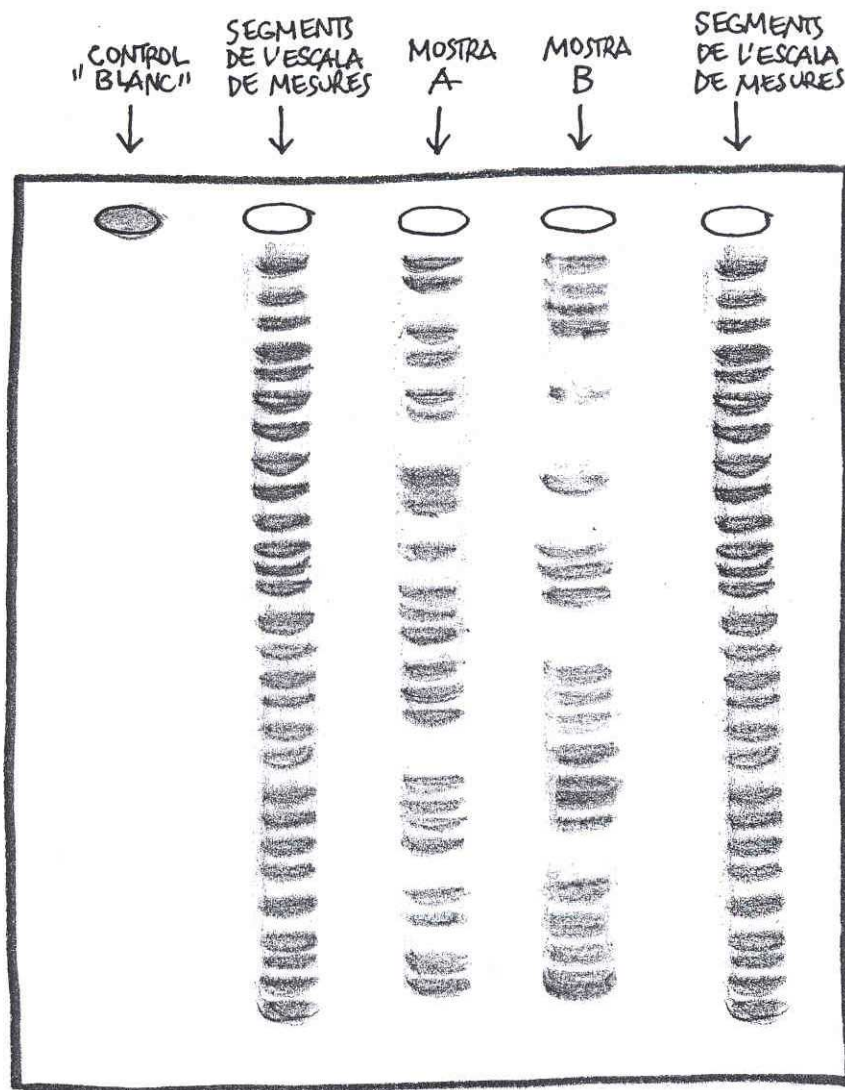
Qüestions

- Torneu a escriure la definició que havíeu fet de "marcador".
- Per què creieu que és tant important fixar-se en més d'un marcador quan es tracta de fer proves d'identificació de persones. Recordeu que el FBI en fa servir 13.

A3. Com es fan les proves de DNA al laboratori?

A continuació farem un esquema molt simplificat de com es fan aquestes proves, ja que en realitat són molt més complexes.

- 1- Es trenquen les cèl·lules per tal que el DNA, que és al nucli de les cèl·lules, pugui ser extret. Per un procediment anomenat centrifugació es separa el DNA de la resta de components cel·lulars.**
- 2- Mitjançant un procediment anomenat PCR es fan còpies selectives de cadascun dels 13 marcadors presents al DNA. Aquesta tècnica permet:**
 - **Aïllar els 13 marcadors de la resta de DNA present en els cromosomes.**
 - **Tenir suficients còpies de cada marcador per visualitzar-los (unes poques molècules de cada marcador no serien suficients per manipular-les ni tampoc visualitzar-les).**
- 3- Així, doncs, amb la PCR obtenim el que s'anomena una “mostra amplificada”, constituïda per una barreja de milions de còpies de cadascun dels 13 marcadors presents.**
- 4- La mostra amplificada se sotmet a una tècnica que s'anomena d'electroforesi amb gel d'agarosa, que el que fa és separar els diferents marcadors segons la seva longitud (per a conèixer-la amb més detall, consulteu l'annex que figura al final d'aquesta activitat). Quan s'acaba l'electroforesi, el que s'obté és una sèrie de bandes o taques, distribuïdes verticalment les unes sobre les altres en el gel d'agarosa, tal com es pot veure en la il·lustració següent. Cada una d'aquestes bandes correspon a un marcador.**



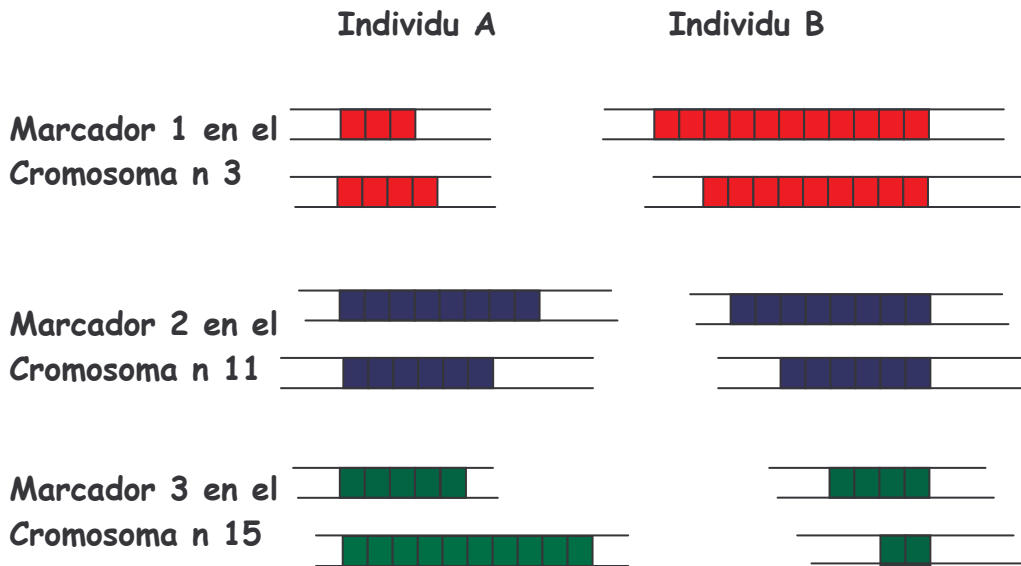
Il·lustració d'un gel d'agarosa amb els patrons de bandes resultants d'una prova de DNA. Tal com es pot observar, en el primer pouet del gel s'hi ha posat una mostra-control sense DNA, de la qual no s'ha obtingut cap banda amb l'electroforesi. En el segon pouet i en el darrer s'hi ha posat una mescla de fragments de DNA de diferents longituds prèviament conegudes, que, en separar-se en bandes per l'electroforesi, proporcionen una escala de mesures de referència. En els dos pouets restants s'hi han posat les dues mostres ampliades dels DNAs que es volen comparar. Es pot veure que, com a resultat de l'electroforesi, en aquest cas, de la mostra A s'han obtingut 26 bandes diferents, dues per a cada marcador; altrament, de la mostra B tan sols s'han obtingut 19 bandes, ja que alguns dels marcadors d'aquest individu són de la mateixa longitud.

Si teniu interès en conèixer una mica més el procediment mitjançant el qual s'amplifica una mostra de DNA (anomenat PCR), podeu consultar la pàgina web següent, on trobareu una simulació animada d'ell:

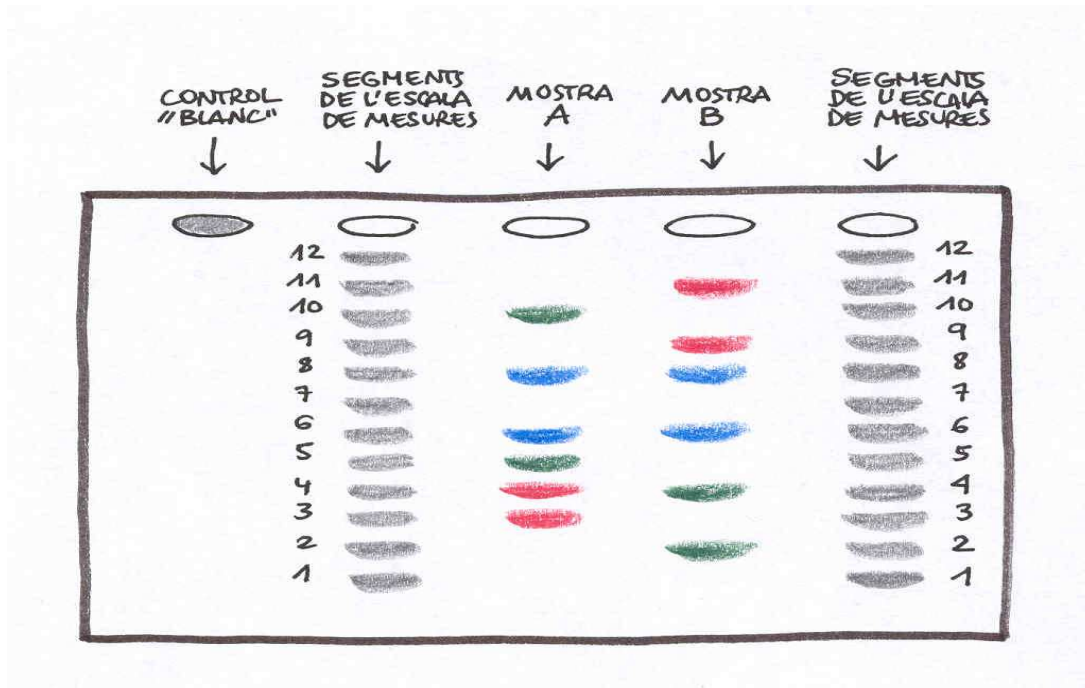
<http://www.sumanasinc.com/webcontent/anisamples/molecularbiology/pcr.htm>

En resum, un esquema molt simplificat de com s'analitza el resultat de les proves de DNA seria el següent.

Suposarem que analitzem 3 marcadors (en lloc de 13, que seria més complicat) de dos individus A i B. Imaginem que aquests individus presenten aquestes característiques per a cadascun dels marcadors en qüestió:



En aquest cas, en fer la prova de DNA per a aquests 3 marcadors, s'obtidria el patró de bandes següent.



Il·lustració del gel d'agarosa obtingut. En aquest cas, per tal de fer-ho més entenedor, s'han marcat amb colors les bandes dels diferents marcadors d'acord amb la il·lustració anterior. Tanmateix, cal tenir ben present que les bandes que s'obtenen en la realitat no són de diferents colors.

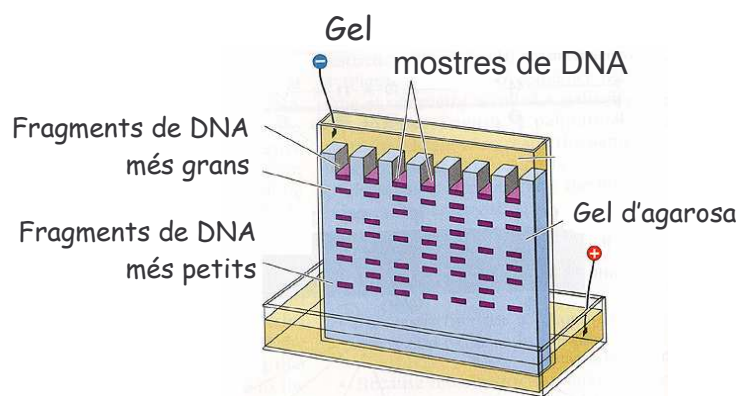
Qüestions

- a- Per què hi ha 6 bandes en la placa d'agarosa? A què correspon cada una?
- b- Compareu les bandes dels individus. Què dedueix?

Annex: Com es fa una electroforesi en gel d'agarosa

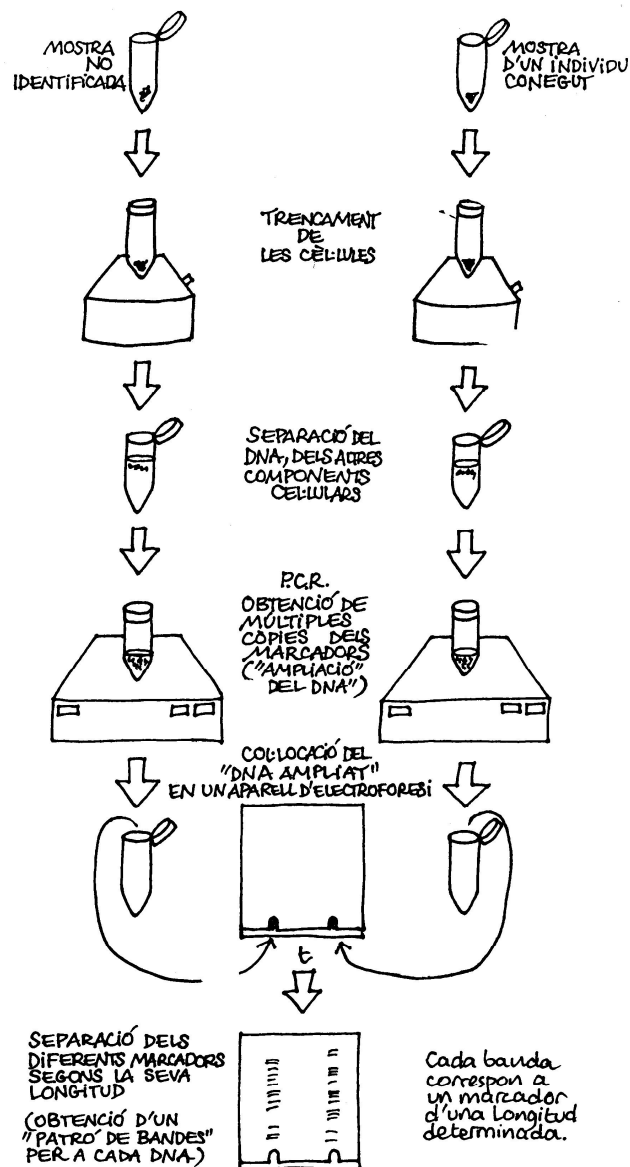
Podem aprofundir una mica més en com és una electroforesi en gel d'agarosa i en què es basa.

En aplicar un camp elèctric durant un temps determinat, els fragments corresponents als diferents marcadors tenen una càrrega elèctrica negativa i es desplacen cap al pol positiu. Però els fragments més llargs presenten més resistència al desplaçament i hauran fet un desplaçament menor. Després d'un temps, en desconectar l'aparell, s'observa una sèrie de bandes sobre la vertical de cada pouet. Cadascuna d'elles correspon a un grup de molècules de la mateixa longitud (és a dir a un marcador determinat).



A4. Activitat de síntesi: base d'orientació per fer proves de DNA destinades a identificar individus

A la il·lustració següent es mostra la seqüència d'operacions que es realitzen després de la presa de mostres en les proves de DNA. Observeu-les atentament per tal de respondre la qüestió que us plantegem.



Qüestió

a- Complementeu la base d'orientació següent a partir del que heu après fins ara.

Objectiu de les proves de DNA:

SEQÜÈNCIA D'OPERACIONS

JUSTIFICACIÓ

<p>Presa de mostres:</p>	
↓	
<p>Protocol per a fer les proves de DNA de 2 mostres:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px;"></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 60px;"></div>
↓	
<p>Anàlisi i interpretació del gel d'agarosa:</p>	

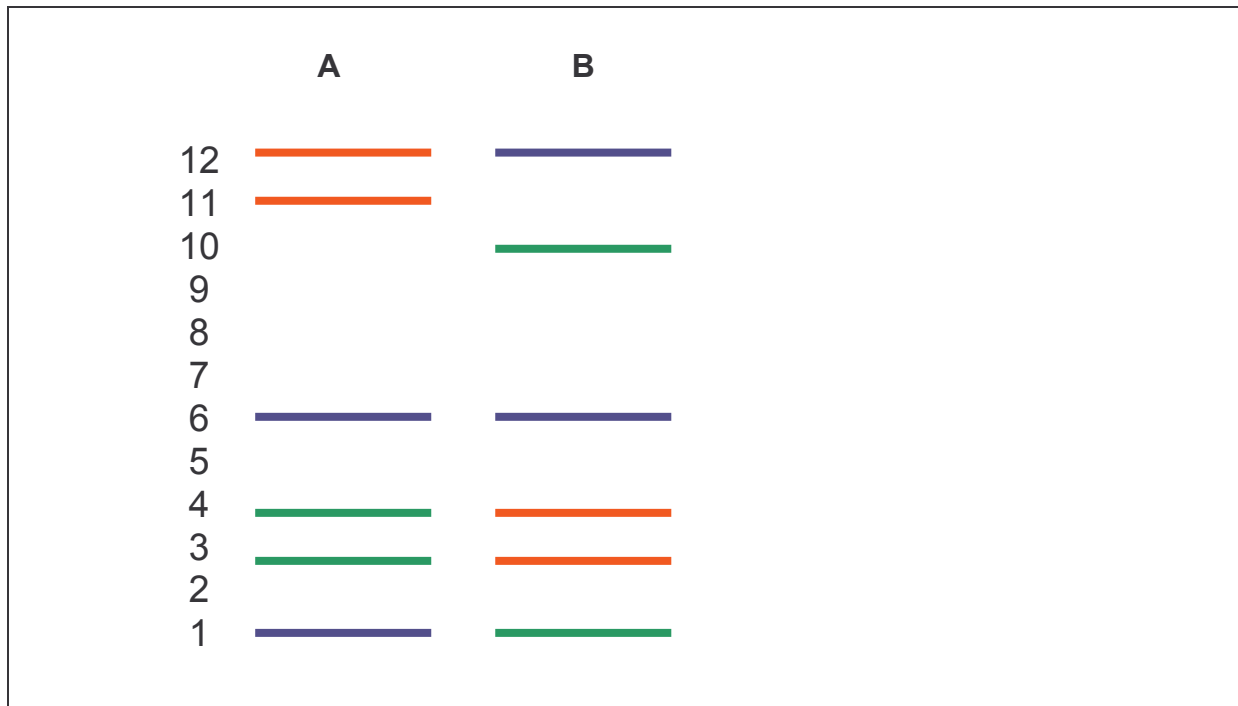
A5. Culpable o innocent?

Recordem el cas que us plantejàvem a l'inici de la seqüència: l'advocat defensor d'un sospitós demana a l'associació Innocent Project un científic forense perquè faci una prova de DNA al seu client, acusat d'assassinat, i la compari amb la que es fa a partir de les restes de pell que s'han trobat a les ungles de la noia morta.

Vosaltres sou el científic forense i en aquesta activitat us proposem que analitzeu el resultat de la prova que ajudarà a resoldre el cas. Haureu de provar la seva culpabilitat o innocència a partir de les anàlisis de les proves de DNA.

Tornem a reduir la complexitat de la situació i suposem que hem analitzat tres marcadors que estan, un en el cromosoma 7, un altre en el 13 i un altre en el 17.

A la il·lustració següent es mostra el resultat de la prova de DNA que es va encarregar.



Il·lustració del patró de bandes obtingut en fer la prova de DNA del cas d'assassinat que s'investiga.

A: mostra de pell extreta de sota les ungles del cadàver, suposadament de l'agressor.

B: mostra del sospitós.

Les bandes obtingudes en el gel d'agarosa es representen de manera més simplificada que a les il·lustracions anteriors, no com una taca, sinó com una línia.

Qüestions

- a- Compareu les mostres A i B. Són de la mateixa persona? Per què?
- b- És culpable o bé innocent el sospitós del nostre cas?
- c- Representeu els marcadors que han donat lloc a aquests resultats en els corresponents cromosomes, segons el model de l'activitat anterior.
- d- Representeu les bandes del gel d'agarosa que s'haurien d'esperar en el cas contrari.

	A	B
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

A6. Les emprentes Genètiques de DNA: conseqüències socials

A partir de les proves de DNA es poden trobar persones que van cometre delictes molts anys abans. En alguns estats americans, com per exemple Wisconsin, no es pot condemnar un delicte després de 6 anys d'haver-se comès (lleï de prescripció del delicte). Què en penseu?

Activitat 6 d'autoregulació

Ara que heu realitzat una sèrie d'activitats sobre COM ES FAN LES PROVES DE DNA PER IDENTIFICAR PERSONES, us proposem que intenteu descobrir quin era l'objectiu principal (o objectius principals) de cadascuna d'elles.

ACTIVITAT	CONTINGUTS: paraules clau que s'aprenen o es treballen	OBJECTIU/S: aquesta activitat serveix per aprendre a... (frases amb les paraules clau i amb accions. Per ex.: fer tal cosa, explicar-ne tal altra, valorar tal aspecte...)
1- Com s'obtenen les mostres de DNA?		
2- Què és el que s'analitza de la mostra?		

3- Com es fan les proves de DNA al laboratori?		
4- Culpable o innocent?		
5- Les empremtes genètiques del DNA: conseqüències socials		

VII. Argumentem a favor de les proves de DNA

A1. Preparem la intervenció en el judici com a científics/es forenses

Sovint, al llarg de l'història, ha estat difícil que els nous coneixements de la ciència fossin acceptats per la resta de la societat, i fins i tot per altres científics.

En moltes ocasions ha calgut un llarg i costós procés de discussió i d'argumentació en el qual un grup de científics intentaven persuadir els altres de la validesa de la seva nova manera de pensar.

Al llarg d'aquesta seqüència d'activitats, vosaltres heu anat aprenent moltes coses dels coneixements que la ciència i la tècnica han aportat sobre el DNA i la seva aplicació en les proves per a la identificació d'individus. Tal com vàrem proposar de bon començament, ha arribat el moment de fer-ho servir, com a equip de científics forenses de l'Associació Innocent Project, per tal de convèncer el jutge i el tribunal popular de la validesa de la prova de DNA que es presenta en la defensa de la persona inculpada en el cas d'assassinat.

Penseu que us heu d'adreçar a unes persones que probablement tenen molt pocs coneixements sobre el DNA i les proves de DNA i que probablement, a la vista de les proves presentades per l'acusació, s'hauran fet una sòlida idea de que la persona jutjada és culpable; per tant, no serà gens fàcil de convèncer-los. A més, tal com s'exposava en la primera activitat, en el país on transcorren els fets, fins ara, encara no s'han acceptat mai aquest tipus de proves en un judici; és més, se sap que en una ocasió anterior el jutge les va desestimar tot argumentant que "amb una cosa tan invisible no es podia negar l'evidència de proves tan visibles".

Ànim! A veure com us en sortiu!

Tot seguit us donem unes indicacions per a la realització de l'activitat:

Tasca a realitzar

A partir del que heu après en les activitats anteriors, heu de preparar per al suposat judici una carpeta que contingui:

- a- Un dossier que, tot i escriure'l en primer lloc, l'adjuntareu, amb el títol de "Annex informatiu", a la resta de documentació que lliurareu. Aquest "Annex informatiu" l'heu de realitzar en base al que heu après amb les activitats de l'apartat I, a la posada en comú del treball cooperatiu dels apartats II, III i IV, i al que heu après als apartats V i VI. Tal com us anunciàvem de bon començament, ha de constar dels apartats següents:

- I- Què és el DNA i com està inscrita la seva informació?
- II- On es troba el DNA?
- III- Per a què li serveix el DNA a l'organisme?
- IV- Per què el DNA és igual en totes les cèl·lules d'un individu?
- V- Per què el DNA de cada persona és diferent?
- VI- Com es realitzen les proves de DNA destinades a identificar persones?

- b- Els resultats de les proves de DNA realitzades per resoldre el cas d'assassinat que ens ocupa, l'explicació de com s'han d'interpretar i la conclusió que se'n desprèn (correspon a l'activitat "Culpable o innocent" de l'apartat anterior).
- c- Un discurs escrit, per a ser llegit davant del suposat tribunal del judici, amb la intenció de convèncer-lo de la validesa de les proves de DNA, que portarà per títol "Discurs argumentatiu a favor de les proves de DNA" i a continuació un subtítol que a vosaltres us sembli suggerent. Aquest discurs ha de constar de les parts següents:
- I- Fets o situació que a vosaltres us mouen a implicar-vos com a científics en aquest judici.
 - II- Objectiu final de la vostra intervenció; és a dir, de què voleu convèncer la gent.
 - III- Motius o raons pels quals vosaltres esteu convençuts d'això.
 - IV- Coneixements científics en els quals es basen les vostres conviccions.
 - V- Previsió de les raons que poden argumentar els altres en contra de les vostres idees i arguments per rebatre-les anticipadament.
 - VI- Conclusió o resum del discurs.
 - VII- Exemples de la vida real que mostren la utilitat o la importància de l'acceptació de la vostra raó; és a dir, en aquest cas, els beneficis que comportarà que s'acceptin les proves de DNA en els judicis.

ACTIVITAT 7 D'AUTOREGULACIÓ

Ara que acabeu de realitzar l'activitat "ARGUMENTEM A FAVOR DE LES PROVES DE DNA", us proposem que intenteu descobrir quin era el seu objectiu.

ACTIVITATS D'APLICACIÓ

A1. El cas de les Torres Bessones

Després del terrible atemptat de les Torres Bessones de Nova York, els cossos de moltes víctimes varen quedar irreconeixibles; eren moltes les persones que volien assegurar-se si el seu amic o familiar estava entre les víctimes. La policia va organitzar un ampli servei de proves de DNA per atendre aquestes demandes.

Qüestió

a- Expliqueu els procediments que creieu que s'han dut a terme per fer les esmentades proves

Activitat 2. El cas del traficant de droga

Al peu d'un gran roure de l'Albera un buscador de tòfones troba enterrat un contenidor amb 1000 kg de cocaïna. Es creu que és un enclau important d'una activa xarxa de tràfic de droga a través de la frontera. La policia sospita del propietari d'una hípica de la zona. En escorcollar la seva finca troben restes de fullaraca de roure en el seu 4x4.

Qüestió

a- Com es podria comprovar si l'individu esmentat ha estat en el lloc del contenidor?