

# NINGÚ “S’ESCAPE” DE LA GENÈTICA



09/07/2020

Ningú “s’Escape” de la genètica

*Projecte tipus Aprenentatge Servei (ApS) impulsat per la Universitat de València, amb l'objecte principal d'aplicar noves metodologies d'aprenentatge i incentivar la interacció entre diferents etapes educatives. Més concretament, els alumnes d'ESO i Primària hauran d'aprendre l'herència mendeliana, la replicació del DNA i la tècnica PCR per resoldre un “Escape room” Educatiu.*

# Ningú "s'Escape" de la Genètica

## 1. EQUIP PARTICIPANT

ÀREA TEMÀTICA: Genètica					
Títol del projecte: Ningú "s'Escape" de la genètica					
	Nom i Cognoms	Centre	Localitat	Telèfon de contacte	Correu electrònic
Alumne/a UVEG	Marta Gil Andreu	Fac. CC. Biològiques	Burjassot	673216400	margilan@alumni.uv.es
Professor/a de la UVEG	Luis F. Pascual Calaforra	Fac. CC Biològiques	Burjassot	963544504	luis.pascual@uv.es
Professor/a de secundària	Úrsula Gil Sifre	EL AVE MARÍA	Benimàmet	618165495	Ursula.gil@elavemaria.es
Mestre/a de Primària	Margarita Sánchez	EL AVE MARÍA	Benimàmet	617736043	Margarita.sanchez@elavemaria.es

ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS	Curs	Assignatura
Barrero Cámara, Noelia	4t ESO	Biologia i Geologia
Bartolí Molina, José	4t ESO	Biologia i Geologia
Bonillo Criado, Marco	4t ESO	Biologia i Geologia
Cabrera Vara, Daivier Michel	4t ESO	Biologia i Geologia
Capilla Rubio, Ángel	4t ESO	Biologia i Geologia
Durán Esteban, Laura	4t ESO	Biologia i Geologia
Fornés Cubas, Cristian	4t ESO	Biologia i Geologia
García Martínez, Lucía	4t ESO	Biologia i Geologia
García Sotolongo, Dalia María	4t ESO	Biologia i Geologia

García Sotolongo, Isabella	4t ESO	Biologia i Geologia
García Sotolongo, Rosa M <sup>a</sup>	4t ESO	Biologia i Geologia
Guaita Da Rocha, Anna	4t ESO	Biologia i Geologia
Lee, Le (Ire)	4t ESO	Biologia i Geologia
Ortiz Durán, Sol	4t ESO	Biologia i Geologia
Peris García, Adrián	4t ESO	Biologia i Geologia
Tomás Bellés, Alberto	4t ESO	Biologia i Geologia
Urbina Da Rocha, Samuel Alexander	4t ESO	Biologia i Geologia

Nombre d'alumnes de primària que poden participar: 30

Curs recomanat: Alumnes de 4t d'ESO i batxillerat.

**PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO:** No

**DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN:** Departament de Genètica de Facultat de Ciències Biològiques de la Universitat de València.

## **2. OBJECTIUS**

### **2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE: *Contextualització del projecte dins d'un marc temàtic concret de les Ciències Naturals***

Ningú "s'Escape" de la genètica és un **projecte d'aprenentatge-servei (Aps)** destinat a la transmissió de certs coneixements de genètica mitjançant un **aprenentatge actiu i participatiu**. Els alumnes de quart de l'ESO aprofundiran els seus coneixements sobre l'herència mendeliana, el procés de replicació del DNA i la tècnica de la PCR. Tots aquestes conceptes, llevat de la PCR, es troben dins de la unitat didàctica descrita en el Real Decret 1105/2014, del 26 de Desembre pel qual s'estableix el currículum bàsic de l'Educació Secundària Obligatòria. Per contra, l'alumnat de cinquè de Primària no té cap noció acadèmica sobre què és el DNA i com funcionen els mecanismes de l'herència segons es descriu en els documents pont que pertanyen al Decret 108/2014, de 4 de Juliol, del Consell, pel qual s'estableix el currículum i desplega la ordenació general de l'Educació Primària a la Comunitat Valenciana.

No obstant, per als alumnes més grans serà tot un repte la tasca d'explicar als més menuts l'herència mendeliana, la cadena del DNA i la replicació del mateix i, fins i tot, la PCR. A més a més, hauran de dissenyar **activitats divertides i dinàmiques** per a que els xiquets, que no tenen cap referència prèvia del contingut teòric, puguin comprendre a la perfecció tots els coneixements nous.

**2.2 CONCEPTE A TRANSMETRE:** *quin és el concepte, idea bàsica o contingut essencial sobre el que es va a treballar?*

Aquest projecte s'emmarca dins de la branca de la Genètica on anem a parlar sobre l'herència mendeliana associada a la formació de gàmetes, el monohibridisme tant per a caràcter autosòmic com lligats al sexe, el procés de la replicació i una xicoteta introducció a la tècnica de la PCR. Tots aquestes conceptes seran transmesos tan als alumnes de l'ESO com de Primària adaptant-lo a cada nivell acadèmic i mantenint l'essència d'aquest projecte: **l'aprenentatge actiu i més durador.**

**Paraules clau:** Genètica, herència, ADN, tècnica PCR, caràcter autosòmic, caràcter lligats al sexe, lleis de Mendel, Biologia i Geologia i Ciències Naturals.

**2.3 OBJECTIUS:** *què pot aportar en eixe sentit el nostre projecte, què esperem obtenir del desenvolupament del projecte?*

**Objectiu didàctics:**

Primària	Secundària
Despertar la curiositat de l'alumnat per la ciència i, més concretament, per la Genètica.	Millorar l'expressió oral on s'ha de seguir un ordre lògic de les idees que es volen transmetre.
Adquirir habilitats cognitives complexes com és la resolució de problemes	Fomentar la creativitat de l'alumnat per dissenyar activitats que executaran els xiquets de cinquè de primària.
Fomentar el treball d'equip, la solidaritat, companyonia i empatia.	Despertar el pensament crític i desenvolupar habilitats cognitives complexes com la resolució de problemes.
Consolidar la informació teòrica que proporcionaran els companys majors mitjançant experiències dinàmiques.	Fomentar competències per dur a terme un treball grupal com és la solidaritat, companyonia i empatia.
	Consolidar els coneixements de l'àrea de Genètica adquirits al llarg del curs.

**Objectiu científics:**

Primària	Secundària
Conèixer els mecanismes de l'herència del monohibridisme de dos i tres al·lels.	Assolir el concepte de meiosi (formació de gàmetes) i les lleis de Mendel, dominant-les a la perfecció.
Aprendre l'estructura del DNA i el funcionament del mecanisme de la replicació.	Consolidar l'herència del monohibridisme tant per a caràcter autosòmic com lligat al sexe.
Introducció de la tècnica de la PCR: que és i per a que s'utilitza.	Conèixer perfectament l'estructura de la molècula de DNA i el procés de replicació.
	Saber que és la tècnica de la PCR i per a que s'utilitza.

**2.4. COMPETÈNCIES BÀSIQUES**

La Federal Statistical Office va definir el terme competència com *"la capacitat de respondre a demandes complexes i dur a terme diferents tasques de forma adequada"*. Mitjançant l'establiment de competències clau es pot aconseguir un **major rendiment i millora** de resultats en el **desenvolupament social, personal i professional de l'alumnat**.

Així doncs, per dur en davant aquest projecte és necessari l'establiment d'unes competències bàsiques amb la finalitat d'obtenir un major rendiment acadèmic dels alumnes (Ministeri d'educació i formació professional):

1.- Competències en comunicació lingüística. Aquest tipus de competència fa referència a l'**acció comunicativa**, ja siga de manera escrita o oral. En els alumnes de Secundària juga un paper molt important, ja que han de ser capaços de llegir i entendre textos on es recullen tots els conceptes estudiats a classe i, després, han de retransmetre'ls als seus companys més menuts seguint un ordre clar i lògic que facilite la comprensió.

2.- Competències matemàtiques i competències bàsiques en ciència i tecnologia. El que es pretén és millorar la **capacitat crítica** i adquirir una **visió raonable**. Un dels principal objectius del present projecte és l'elaboració, per part dels estudiants de Secundària, d'una sèrie d'activitats. En el procés de planificació de les activitats se'ls plantejaran problemes que hauran de ser capaços de resoldre. També, hauran d'emprar un llenguatge científic senzill per abordar els conceptes desitjats.

3.-Competència digital. Fa referència a l'**ús creatiu, crític i segur de les noves tecnologies**. Per a poder agafar idees per dissenyar les activitats, els alumnes de quart d'ESO voran necessari l'ús d'internet. Fins i

tot, les tecnologies poden ser una ferramenta fonamental per aquells alumnes que han despertat curiositat i motivació cap a l'assignatura de ciències naturals, per a ampliar els seus coneixements.

4.- Aprendre a aprendre. Aquesta és una de les competències més rellevants pel que fa al procés d'aprenentatge del nostre alumnat. En primer lloc, els alumnes més major hauran de fer un esforç de síntesis i consolidació dels continguts que es volen abordar en les diferents sessions, aconseguint un domini excel·lent de la matèria.

Seguidament, es disposaran a realitzar les diferents activitats programades per als alumnes de primària on, abans de començar amb l'explicació teòrica, haurien d'establir un "feedback" amb els més menuts mitjançant la realització de preguntes sobre la temàtica de la sessió per esbrinar el que saben els xiquets i, sobre tot, el que no saben. Tanmateix, els alumnes de Secundària hauran de ser capaços de transmetre motivació per l'aprenentatge, fomentar la necessitat de conèixer més i fer sentir als xiquets que són els protagonistes d'aquestes activitats.

Finalment, per comprovar si la seua feina docent ha estat executada de manera correcta hauran de realitzar alguna prova divertida com a mètode d'avaluació.

5.- Competències socials i cíviques. Per que un projecte constituït per tantes persones funcione de manera fluida es necessari que hi haja **respecte, tolerància, igualtat i empatia** entre els diferents membres que hi participen; ha d'estar present l'interès per resoldre els diferents problemes que puguen sorgir i tenir una **actitud participativa i democràtica en la presa de decisions**.

6.- Sentit d'iniciativa i esperit emprenedor. Quan es vol realitzar un projecte d'aquestes dimensions és necessari adquirir **habilitats d'organització, gestió i planificació**. Encara més, el pensament crític i el sentit de la responsabilitat juguen un paper molt important per assegurar-se de que l'activitat es dissenya correctament. Finalment, sempre és interessant realitzar una avaluació i auto-avaluació per poder millorar allò que no ha eixit com s'esperava o, simplement, per tenir un projecte més elaborat.

### **3. MATERIALS I METODOLOGIA**

#### **Materials:**

Un cop dissenyades les diferents activitats ens hem de posar a la feina en l'elaboració dels materials didàctics de recolzament.

### **Sessió 1: Herència Mendeliana de dos i tres al·lels**

- 60 boletes de plàstic d'ous Kinder
- 4 caixes de sabates
- Paper per escriure els caràcters
- Paper gran per fer un mural
- Fotografies de persones
- Tisores
- Barra de pegament



**IL·LUSTRACIÓ 1.** BOLETES DE PLÀSTIC EMPRADES EN LES ACTIVITATS.

### **Sessió 2: ADN, Replicació i PCR**

#### Mural del procés de Replicació del DNA

- Paper gran per fer un mural
- Goma Eva de 4 colors diferents (verd, blau, rosa, morat)
- Pegament
- Blue Tack (xiclet per a pegar)
- Retoladors de colors

#### Extracció de DNA de la saliva

- Alcohol 96%
- Dissolució de sal
- Dissolució de rentavaixelles
- Saliva del alumne
- Ependorf
- Tub d'assaig
- Firsadents
- Vareta de vidre

#### Maqueta de DNA

- Cartó
- Pines d'estendre la roba
- Retoladors
- Plastilina
- Pegament





## Metodologia:

Aquesta proposta didàctica s'emmarca dins d'una metodologia de **canvi conceptual**, on l'alumnat utilitza el seus coneixement previs, per afrontar l'aprenentatge, que posteriorment seran substituïts per noves idees, aconseguint una **consolidació més profunda dels coneixements** (Posner et al. 1982).

Així mateix, aquesta metodologia es centra en l'**aprenentatge constructivista** on els xiquets tenen un **paper actiu i participatiu en el procés d'ensenyament**, creant-se un ambient motivador que, a més i damunt, reivindica el dret dels alumnes a equivocar-se, sent les errades part de l'aprenentatge (Íñiguez et al. 2013).

Altrament, per aconseguir que el nivell de motivació cap a l'assignatura de Genètica augmente, es va aplicar una nova estratègia d'aprenentatge anomenada "gamificació", en la qual es planteja un joc amb finalitat pedagògica afavorint l'autoaprenentatge. En aquest cas es va dissenyar un "**Escape room**" per a que els alumnes aplicaren els coneixements apresos, servint també com un mètode d'autoavaluació.

Els alumnes de quart d'ESO van realitzar un total de set sessions. Les quatre primeres van ser dedicades a la introducció de la teoria en que es basa aquest projecte: Estructura del DNA i Lleis de Mendel, Herència de tres al·lèls (grup sanguini), herència lligada al sexe (Daltonisme) i Replicació i PCR. Aquestes sessions teòriques estan estructurades seguint unes fases comunes:

- 1) **Què saben i fins on saben.** La sessió s'inicia preguntant als alumnes sobre el tema que es va a tractar.
- 2) **Exposició de la part teòrica.** La teoria s'explica de manera pausada, per assegurar-nos que els alumnes ho comprenen tot, i amb el recolzament d'una presentació.
- 3) **Activitats pràctiques.** Per a obtenir un major rendiment en el procés d'aprenentatge es realitzen activitats, com jocs, qüestionaris o problemes.

A la quinta sessió el alumnes havien de resoldre el "**Escape room**" que vaig elaborar. Finalment, les dos últimes sessions es van dedicar a la planificació de les activitats que anaven a realitzar els companys més menuts i a l'elaboració dels materials de reforç del contingut teòric.

D'altra banda, els alumnes de cinquè de Primària duran a terme tres sessions. En les dues primeres, les explicacions es realitzaran amb reforç visual o manipulatiu, ja que s'ha de tenir en compte que encara no han estudiat res sobre la Genètica a l'escola i aquesta ciència presenta coneixements prou abstractes o difícils d'imaginar. Així doncs, els xiquets hauran de realitzar experiments, pegar elements en un mural o sortejar els caràcters dels "seus fills". Finalment, a l'última sessió els alumnes d'ESO elaboraran un "Escape room" per al més menuts.

Amb tot això, volem aconseguir que els **alumnes s'involucren completament en les activitats, motivant-los i demostrant-los que l'aprenentatge pot ser divertit**. Que el mite de "faig un examen i al dia següent ja no me'n recorde" no és cert, perquè jugant consolidem la matèria d'una manera més permanent.

#### **Lloc i /o requeriments d'espai:**

Secundària: Aula de 4 ESO B i laboratori.

Primària: Aula de cinquè de Primària i laboratori.

## **4. DESCRIPCIÓ DETALLADA**

"Ningú "s'Escape" de la genètica" és un projecte d'aprenentatge-servei on es **combina l'aprenentatge i el servei a la comunitat**. En aquest cas, un estudiant d'últim curs de la Universitat de València transmetrà coneixements d'àmbit científic a alumnes de l'ESO. Posteriorment, hauran de dissenyar un projecte pràctic, sobre el que han après a l'aula, destinat a xiquets de cinquè de primària. Aquest tipus de projectes fomenten la interacció i col·laboració entre diferents etapes educatives aconseguint una major consolidació dels coneixements i competències clau (CEFIRE Torrent APS i ABP).

Aquest apartat serà dedicat a la descripció de les diferents activitats dissenyades per als alumnes de Primària, que per raons de força major com va ser l'alerta sanitària pel SARS-Cov-19 no es van poder dur a terme. Però per poder dissenyar-les, els alumnes de quart d'ESO van realitzar diferents sessions teòriques per preparar-se i un "Escape room" final per avaluar els seus coneixements de manera divertida.

Així doncs, en cada una de les sessions trobarem una xicoteta revisió bibliogràfica dels contingut teòrics i una descripció del funcionament de les diferents activitats.

- **Sessió 1:**

El principal objectiu de la primera sessió és establir el primer contacte amb els alumnes i familiaritzar als més menuts amb **l'herència de caràcters amb dos i tres al·lels i les relacions entre els al·lels**. Més concretament, estudiaran l'herència del sexe, el grup sanguini, el lòbul de les orelles i la grandària dels llavis. Al finalitzar la classe els alumnes han de ser capaços d'explicar com han heretat determinats caràcters dels seus pares i, fins i tot, plantejar-se com podran ser els seus futurs fills segons les seues característiques fenotípiques.

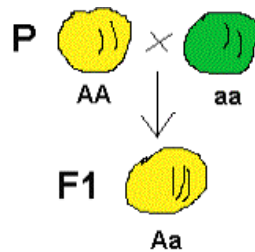
- Context teòric:

Per començar amb el projecte havíem de recordar la definició de genètica on la RAE la defineix com a la "part de la biologia que tracta l'herència i el que està relacionat amb aquesta". A més a més, l'herència

estudia el material hereditari en tots els nivells, es a dir, des de molècules, cèl·lules, individus i fins i tot poblacions.

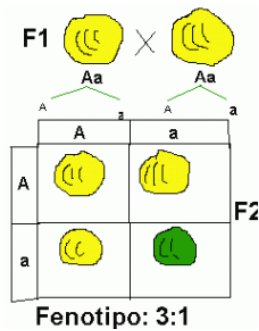
L'herència genètica dels caràcters és explicada gràcies a l'estudi que va realitzar un monjo anomenat Gregor Johann Mendel, que li agradava la agricultura i entre altres plantes cultivava *Pisum sativum* (planta del pèsol). Mendel va començar a fer creuaments de plantes de pèsols amb diferents característiques fenotípiques i va observar que es complia un patró que posteriorment seria descrit en les conegudes Lleis de Mendel, que seran explicades a continuació (Pascual et al. 2018) :

- 1) Primera llei de Mendel o llei de la Uniformitat. Quan es creuen dos individus monohíbrids, tota la generació filial (F1) és híbrida amb fenotips i genotips homogenis. Amb aquest tipus de creuament, Mendel va determinar que les característiques fenotípiques que presentaven els individus híbrids eren dominants i les que es trobaven latents eren recessives.



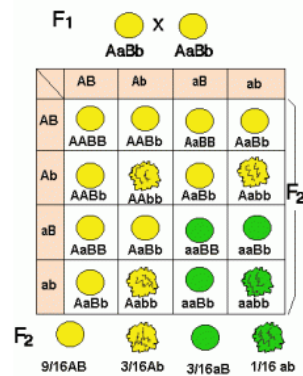
IL·LUSTRACIÓ 3: ESQUEMA DEL REPARTIMENT D'AL·LELS PER A LA PRIMERA LLEI DE MENDEL. FONT: [HTTPS://BLOCS.XTEC.CAT/BIOGEO4TESOVILUMARA/2014/12/12/LES-LLEIS-DE-MENDEL/](https://blocs.xtec.cat/biogeo4tesovilumara/2014/12/12/les-lleis-de-mendel/)

- 2) Segona llei de Mendel o llei de la Segregació. Cada individu presenta, per cada caràcter hereditari, una parella d'al·lels. A l'hora de produir gàmetes, aquest parell d'al·lels es separen (segregació), donant lloc a cèl·lules sexuals amb un únic al·lel per a eixe caràcter. Llavors, el resultat del creuament de dos individus híbrids és el següent: 50% d'heterozigots, 25% d'homozigots dominants i 20% d'homozigots recessius.



IL·LUSTRACIÓ 4: ESQUEMA DEL REPARTIMENT D'AL·LELS PER A LA SEGONA LLEI DE MENDEL. FONT: [HTTPS://BLOCS.XTEC.CAT/BIOGEO4TESOVILUMARA/2014/12/12/LES-LLEIS-DE-MENDEL/](https://blocs.xtec.cat/biogeo4tesovilumara/2014/12/12/les-lleis-de-mendel/)

- 3) Tercera llei de Mendel o llei de la transmissió independent. La segregació dels al·lels de gens diferents, en la formació de les gàmetes, es produeix de manera independent o d'acord a les dues lleis anteriors.



IL·LUSTRACIÓ 5: ESQUEMA DEL REPARTIMENT D'AL·LELS PER A DOS CARÀCTERS. FONT: [HTTPS://BLOCS.XTEC.CAT/BIOGEO4TESOVILUMARA/2014/12/12/LES-LLEIS-DE-MENDEL/](https://blocs.xtec.cat/biogeo4tesovilumara/2014/12/12/les-lleis-de-mendel/)

El lloc on es troba codifica tota la informació que determina quin caràcter es va a expressar en un individu concret és el gen i cada gen pot presentar més d'un al·lel, és a dir, pot expressar fenotips diferents. Mendel va estudiar caràcters que sols estaven determinats per un únic gen, permetent-li observar que no tots els al·lels d'un gen (en el seu cas sols hi havia dos al·lels) s'expressen amb la mateixa freqüència. Així doncs, va introduir el terme de caràcter dominant i recessiu. Un caràcter dominant és aquell que presenta la línia filial quan es realitza un creuament de races pures i que té una major freqüència en la població, en canvi, el caràcter recessiu és el que es troba emmascarat (Pascual et al. 2018)

Per estudiar tots aquests conceptes els alumnes d'Educació Primària coneixeran els patrons **d'herència del gruix dels llavis, el sexe, el lòbul de l'orella i el grup sanguini**.

Pel que fa al **gruix dels llavis** es tracta d'un caràcter que ve determinat per un **únic gen** que presenta dos al·lels diferents: un determina els llavis gruixuts i el altre els llavis fins, on aquest últim és l'al·lel recessiu (García et al. 2009).

L'herència del **sexe** no ve determinada per un gen sinó que **s'hereten dos cromosomes sancers** coneguts com a heterocromosoma o cromosoma sexual. Quan ocorre la meiosi dels gametes cada cèl·lula conté un d'aquest cromosomes, en el cas dels espermatozoides hi ha que contenen el cromosoma X i, altres el Y, per contra, tots els òvuls contenen el cromosoma X. Aleshores quan es produeix la fecundació podem donar lloc a una xiqueta (XX) o un xiquet (XY) (Pascual et al. 2018).

De la mateixa manera que en el gruix dels llavis, el **lòbul de l'orella** també ve determinat per un **únic gen** on l'al·lel dominant determina el lòbul solt i el al·lel recessiu el lòbul pegat a la cara (García et al. 2009).

Finalment, el **grup sanguini** ve determinat per un **únic gen però format per tres al·lels diferents ( $I^A$ ,  $I^B$  i  $I^O$ )**. A més a més, en aquest cas no es compleix la llei mendeliana de dominància sinó que es poden expressar dos al·lels a la vegada (Codominància), com es el cas del grup sanguini AB. No obstant, els al·lels  $I^A$  i  $I^B$  son **codominants** entre ells però ambdós **dominen** sobre  $I^O$  (Pierce 2016).

- Metodologia:

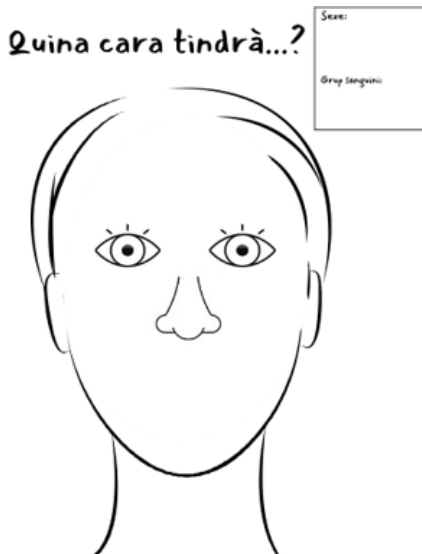
La primera sessió amb els més menuts consistirà en explicar com funciona l'herència del caràcters.

Ja que es tracta de coneixements abstractes, la millor manera de aconseguir que entenguin el que s'explica es mitjançant experiències, que en aquest cas consistirà en el "naixement d'un fill".

En primer lloc, els nostres alumnes de quart d'ESO explicaran les lleis de Mendel d'una manera fàcil i senzilla, amb el recolzament de diapositives amb dibuixos. Després es centraran amb l'herència del sexe, mesura dels llavis, lòbul de l'orella i el grup sanguini, per a que els alumnes de Primària puguin realitzar la activitat preparada sense cap dificultat.

Una vegada s'ha explicat tot el contingut teòric es procedeix a realitzar l'activitat que, com hem dit anteriorment, consisteix en el "naixement d'un fill". Per a aquesta activitat els alumnes es posaran en parelles, independentment del sexe, sent ells els progenitors i damunt d'una taula hi hauran quatre caixes. En cada caixa trobarem quinze boletes que representen els al·lels, i al seu interior trobarem, escrit en un paperet, el fenotip que determina eixe al·lel. D'aquesta manera els alumnes comprendran que en la genètica juga un paper molt important l'atzar.

Cada membre de la parella haurà d'agafar una boleta, descobrir quina informació porta amaga i determinar el fenotip del seu "fill" tenint en compte la informació portada per cada parental i les relacions al·lèliques per al caràcter.



IL·LUSTRACIÓ 6: FITXA MOTLLE PER QUE ELS ALUMNES PEGUEN ELS DIFERENTS CARACTERS QUE ELS HAN EIXIT PER ATZAR.

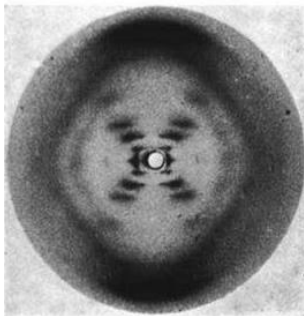
Finalment, aniran a un altra taula on hauran d'agafar una plantilla d'una cara per parella) i després hauran de buscar, entre els retalls de revista, els caràcters que els han eixit per atzar i pegar-los en la plantilla. El que obtindran els nostres alumnes és la cara dels seus fills ficticis, tenint en compte els al·lels que els han eixit.

Com hi hauran alumnes que acabaran abans que altres, podran jugar a juntar el seu fill fictici amb el d'un altra parella i esbrinar com eixirien els seus "nets".

• **Sessió 2:**

La principal finalitat d'aquesta sessió és que els alumnes coneguen que és el DNA, quin aspecte té, el mecanisme de producció noves cadenes de DNA (replicació) i una xicoteta introducció de la ciència forense amb la PCR.

- Context Teòric:

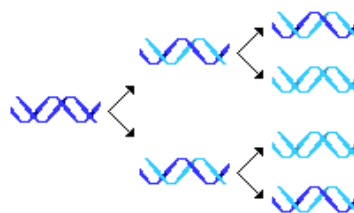


**IL-LUSTRACIÓ 7:** FOTOGRAFIA DE RAIG X DEL DNA PER ROSALIND FRANKLIN. FONT: [HTTPS://WWW.ELSEVIER.ES/ES-REVISTA-REVISTA-MEDICA-CLINICA-LAS-CONDES-202-ARTICULO-ROSA-LIND-FRANKLIN-EL-DESCUBRIMIENTO-ESTRUCTURA-50716864015001042](https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-rosalind-franklin-el-descubrimiento-estructura-50716864015001042)

El DNA és una molècula present en tots els essers vius que conté la informació genètica i que la trobem tant al nucli com a les mitocondries. Watson i Crick, a partir de la imatge en Raig-X del DNA que va realitzar Rosalind Franklin, van poder enunciar la seua hipòtesis de la "Doble hèlix" del DNA, que els va permetre guanyar el Nobel en 1962.

Watson i Crick van poder descriure la molècula de DNA, constituïda per dues cadenes formades per polinucleòtids (base nitrogenada, àcid desoxiribonucleic i grup fosfat), enrotllades dextrògiramant i disposades de manera antiparal·lela. Els nucleòtids d'una mateixa cadena estan units entre ells mitjançant enllaços fosfodièster. Encara més, les bases nitrogenades s'uneixen amb la complementària de l'altra cadena mitjançant ponts d'hidrogen, unint-se la guanina amb la citocina i la timina amb la adenina (Regla de Chargaff) (Piro 2014).

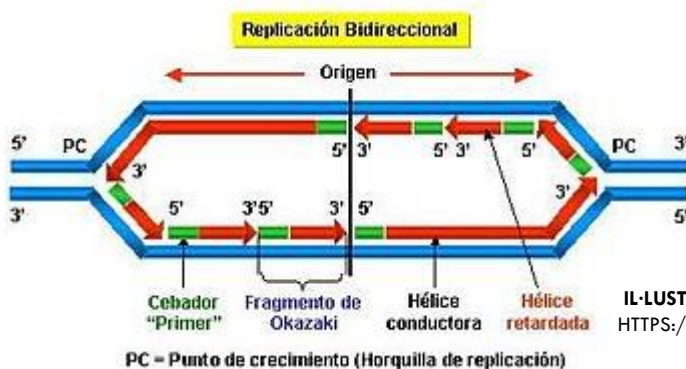
Pel que fa a la replicació, és un procés en el que es formen dues cadenes de DNA "filles" a partir d'una doble hèlix mare. Cadascuna de les cadenes resultants haurà heretat una cadena de la mare, per tant, presenten una cadena nova i una vella. Aquest procés es coneix com a **replicació semiconservativa** i va ser proposada per Watson i Crick en el mateix article que van publicar sobre la teoria de la doble hèlix (1953).



**IL-LUSTRACIÓ 8.** MODEL SEMICONSERVATIU DE LA REPLICACIÓ DEL DNA. FONT: [HTTP://MAPH49.GALEON.COM/ADN/CLASSICAL.HTML](http://MAPH49.GALEON.COM/ADN/CLASSICAL.HTML)

La replicació és un procés bidireccional, s'inicia en un punt concret i avança en ambdues direccions, i semidiscontínu on una és la cadena conductora amb replicació contínua (5'→3') i l'altra la cadena és antiparal·lela que s'anomena retardada (3'→5');

aquesta per a poder replicar-se en sentit (5'→3') dóna lloc a la formació de xicotets fragments separats els uns dels altres que reben el nom de **Fragments d'Okazaki**.



**IL-LUSTRACIÓ 9.** FORQUETA DE REPLICACIÓ DEL DNA. FONT: [HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/REPLICACI%C3%B3N\\_DE\\_ADN](https://es.wikipedia.org/wiki/Replicaci%C3%B3n_de_adn)

Podem distingir tres etapes: **iniciació**, **elongació** i **finalització**.

En primera instància, una regió concreta de DNA pateix desnaturalització que provoca la formació d'una bombolla. Tot seguit, participen una sèrie d'enzims encarregats de desenrotllar, separar i estabilitzar els dos brins de la cadena de DNA, que formaran el que es coneix com a forquilla de replicació.

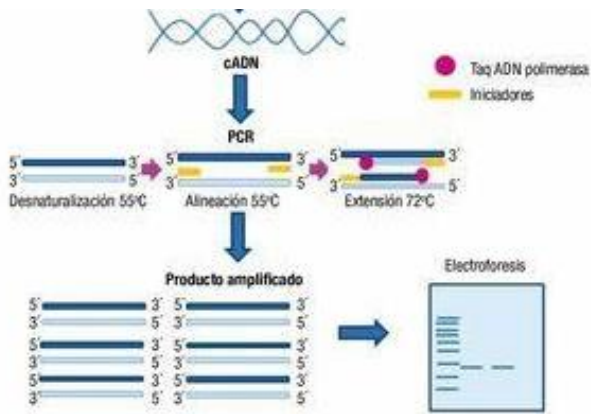
En la fase d'elongació, toquem a la DNA polimerasa III que és l'enzim encarregat d'addicionar els nucleòtids complementaris als de la cadena motlle en direcció (5'→3') i que pot iniciar el procés de replicació a partir d'un primer o cebador.

Finalment, una DNA polimerasa I és l'encarregada d'hidrolitzar la cadena de RNA del cebador i la substitueix amb nucleòtids per formar DNA. Els nous fragments de DNA que s'han format on estaven els cebadors seran units amb la resta de DNA per mitjà d'enllaços fosfodièster mitjançant una DNA lligasa (García et al. 2009)

D'altra banda, la tècnica de la PCR o la reacció en cadena de la polimerasa és, actualment, una ferramenta imprescindible als laboratoris d'enginyeria genètica i molecular que serveix per amplificar una mostra molt menuda de DNA, és a dir, realitza moltes còpies de la mostra introduïda. Aquesta tècnica va ser possible gràcies al descobriment de Kary Mulis del bacteri termòfila *Thermus aquaticus*, capaç de realitzar la replicació per la presència de l'enzim Taq polimerasa que és resistent a les altes temperatures i, per tant, no es desnaturalitza.

Per a realitzar una PCR es necessita l'enzim Taq Polimerasa, dos cebadors o primer, nucleòtids, una solució tampó per a mantindre el pH òptim per al correcte funcionament de la polimerasa, clorur de magnesi (MgCl<sub>2</sub>) que actua com a cofactor de la polimerasa i la mostra de DNA-problema que es vol amplificar. En aquesta tècnica amplificadora es realitzen entre 20-40 cicles, on cadascun d'ells presenta tres etapes diferents:

- 1) **Desnaturalització:** En aquesta fase la mostra es sotmesa a una temperatura de 96°C. Amb aquesta elevada temperatura el que aconseguim es separar les dues brins que conformen la molècula de DNA donant lloc a cadenes simples.
- 2) **Amplificació:** Es caracteritza per una temperatura inferior respecte la fase anterior de entre 55-65°C que permet que els cebadors es puguin unir a les seqüències complementàries del DNA.
- 3) **Extensió:** La temperatura de la reacció s'eleva fins a 72°C per a que la Taq polimerasa pugui estendre els cebadors i sintetitzi les noves cadenes de DNA.



**IL·LUSTRACIÓ 10.** ESQUEMA EXPLICATIU DEL PROCÉS DE LA PCR I EL RESULTAT D'AQUEST EN ELECTROFORESIS. FONT: [HTTPS://WWW.ELSEVIER.ES/PT-REVISTA-GACETA-MEXICANA-ONCOLOGIA-305-ARTICULO-HERRAMIENTAS-MOLECULARES-SUTILIDAD-EL-X1665920113270127](https://www.elsevier.es/pt-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-herramientas-moleculares-sutilidad-el-x1665920113270127)

Una vegada s'han realitzat els cicles pertinents, les mostres de la PCR s'introdueixen dins de pouets d'electroforesi de gel d'agarosa del 1% on observarem bandes discretes de la mesura del fragment.

Com qualsevol tècnica, la PCR presenta una sèrie d'avantatges i desavantatges. Pel que fa als avantatges, aquesta és una tècnica que es pot dur a terme amb equips senzills que poden estar a l'abast de qualsevol laboratori, els resultats s'obtenen de manera ràpida i gaudeix d'una alta sensibilitat, permetent

treballar en quantitats molt menudes de DNA. Per contra, es necessari conèixer la seqüència nucleotídica dels dos extrems del fragment de DNA-problema que es vol amplificar, les seqüències que amplifica no són de gran mesura (20-40 kb), al tractar-se d'una replicació "in vivo" la taxa de mutacions s'eleva i, a més, és molt susceptible a possibles contaminacions.

Es convenient destacar la importància que té, hui en dia, aquesta tècnica ja que s'aplica per a la detecció de malalties hereditàries, diagnòstic clínic, anàlisis forenses de DNA, detecció de patògens en l'home i investigació en la biologia molecular i genètica, entre altres (Pascual et al. 2018).

#### - Metodologia:

La sessió esta formada per dues activitats diferents. En una estudiaran la replicació de manera molt generalitzada i en l'altra coneixeran l'estructura del DNA, el seu aspecte tan a nivell macroscòpic i microscopi i, fins i tot, coneixeran la PCR. La primera activitat es realitzarà en l'aula de teoria normal i la segona activitat es dura a terme al laboratori, per això dividirem el grup de Primària en dos, donant lloc a dos grups de quinze persones.

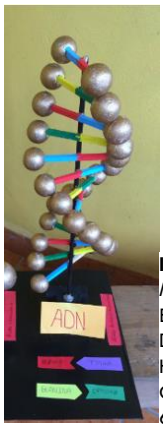
**Activitat 1:** Els alumnes de quart d'ESO han d'explicar de manera clara i senzilla que és el procés de la replicació del DNA i quina finalitat té. A més a més, han de donar més èmfasi a la complementarietat de les bases nitrogenades, ja que el joc plantejat per a aquesta sessió consisteix en: un mural on trobem una cadena de DNA amb les brins separades i una caixa on dins hi ha bases nitrogenades soltes de goma Eva. Així doncs, els alumnes actuaran com si foren DNA-polimerases introduint les bases nitrogenades complementàries a les que es troben a les brins, tenint sempre en compte que sols poden anar en sentit 5'→3'. Per facilitar la comprensió de com seria el mural, s'adjunta una imatge representativa:





**IL·LUSTRACIÓ 11.** ELS ALUMNES FARIEN UN MURAL PAREGUT A AQUEST ESQUEMA ON SOLS APAREIXERIEN LES DIFERENTS BASES NITROGENADES I LA CADENA DE DNA, SENSE CAP TIPUS DE LLETRA. FONT: [HTTP://BIOGEO.ESY.ES/BG2BTO/GENETICAMOLECULAR.HTM](http://BIOGEO.ESY.ES/BG2BTO/GENETICAMOLECULAR.HTM)

**Activitat 2:** Aquesta esta formada per dos "subactivitats":



**IL·LUSTRACIÓ 12.** MAQUETA MODEL SOBRE LA QUE ES BASEN ELS ALUMNES DE 4T D'ESO. FONT: [HTTPS://WWW.PINTEREST.COM.MX/PIN/692358142686521816/](https://www.pinterest.com.mx/pin/692358142686521816/)

En primer lloc, els alumnes de quart han d'explicar el contingut teòric sobre que és el DNA, quina estructura presenta i quina funció té. Per a explicar d'una manera més visual l'estructura del DNA, els majors han construït una maqueta de l'estructura del DNA amb pins d'estendre de fusta, pals de fusta, plastilina i cartró. Al ser un recurs visual ens assegurem que els alumnes de Primària ho entenguin a la perfecció.

Un cop finalitzada l'explicació, realitzaran un experiment d'extracció de l'ADN de la seua saliva per poder observar quin aspecte té del DNA a simple vista, ja que amb la maqueta l'han pogut observar d'una manera "microscòpica".

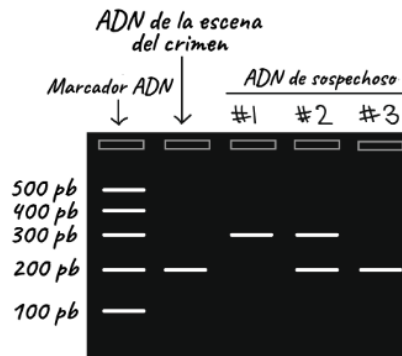
Finalitzada l'explicació es procedeix a realitzar l'experiment que presenta el següent protocol:

- 1) Agafem un tub d'assaig i introduïm 10 ml d'aigua destil·lada, un poc de sal i una gota del detergent.
- 2) Menegem bé la mescla amb l'ajuda de la vareta de vidre.
- 3) Dins del mateix tub, introduïm la saliva.
- 4) Menegem la mescla.
- 5) Afegim 10 ml d'alcohol de 96° ben gelat i esperem 5 min.
- 6) Finalment observarem uns filaments que són el nostre DNA.



**IL·LUSTRACIÓ 13.** RESULTAT DE L'EXTRACCIÓ DE DNA. FONT: [HTTPS://WWW.CUVS.COM/2015/02/EXTRACCION-DE-ADN-PRACTICA-VIRTUAL.HTML](https://www.cuvs.com/2015/02/EXTRACCION-DE-ADN-PRACTICA-VIRTUAL.HTML)

Per a que els xiquets puguen endur-se-ho a casa, amb l'ajuda d'un furgadents introduiran els filaments a l'ependorf i afegiran un poc de la dissolució salina amb detergent. Per acabar amb aquesta sessió, als xiquets de Primària se'ls explica que és la PCR i quines utilitats té. Posteriorment, en una cartolina tindran dibuixat una electroforesis resultat d'una PCR corresponent al material genètic de diferents sospitosos d'un assassinat. I per finalitzar, els més xicotets han de descobrir qui és l'assassí.



**IL·LUSTRACIÓ 14.** EXEMPLE D'EXERCICI D'ESBRINAR QUIN SOSPITOSÉS EL CULPABLE D'UN CRIM MITJANÇANT LA ANÀLISIS DE LES BANDES DE LA ELECTROFORESIS.

Com s'ha indicat a l'inici de la sessió hi haurà dos grups d'alumnes on cada grup realitzarà una activitat i, al finalitzar-la, es canviaran el grup per a que puguen fer l'altra.

Ara, els nostres alumnes estan preparats per poder resoldre "Escape room".

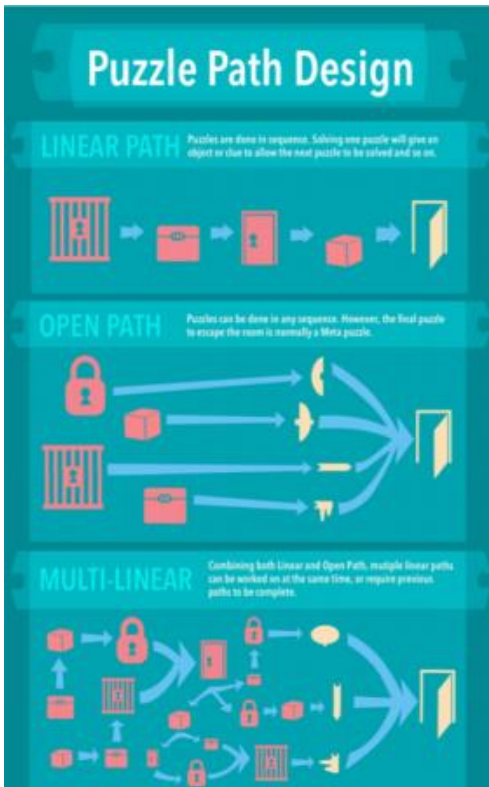
- **Sessió 3- Escape room**

Aquesta és l'última sessió amb finalitat autoavaluadora en la que s'aplicaven de manera pràctica tots els coneixements adquirits. Mitjançant la resolució de "l'Escape room" es pretén que els alumnes consoliden tots els coneixements apresos, desenvolupen habilitats per resoldre problemes, apliquen el pensament crític i el raonament lògic, fomenten habilitats comunicatives i, sobre tot, es busca motivar a l'alumnat per a que pugui relacionar l'aprenentatge amb un acte divertit.

- Context teòric:

"L'Escape room" és un tipus de gamificació del procés d'aprenentatge educatiu que Nicholson (2015) defineix com "jocs immersius basat en el treball en equip en els quals els/les jugadors/es descobreixen pistes, resolen enigmes, puzzles i tasques en una o diverses estades amb la finalitat d'aconseguir un objecte final en un temps limitat" i va ser creada per l'agència publicitària SCRAP l'any 2007 a Japó i ràpidament es va estendre fins aplegar a Europa l'any 2012.

Aquest tipus de recurs docent té com objecte principal el treball en equip i la comunicació a l'hora de resoldre els diferents enigmes. De la mateixa manera, incentiva el desenvolupament de l'aprenentatge actiu, ja que per resoldre els problemes han d'aplicar els coneixements previs i també crea un ambient motivador que incrementa la tolerància a la frustració impulsant-los a intentar-lo de nou en cas de fallar en una de les proves (Diago et al. 2017).



IL·LUSTRACIÓ 15. ESQUEMA DELS DIFERENTS TIPUS DE PATRONS DE ESCAPE ROOM. FONT: ESCAPE ROOMS EDUCATIVES: EJEMPLO PRÁCTICO Y GUÍA PARA SU DISEÑO. OPENACCESS.UOC.EDU

Aquesta activitat es pot dissenyar de tres maneres diferents (García et al. 2018):

- 1) Seguint un patró lineal: on les proves s'han de realitzar en un determinat ordre, on finalment et permetrà escapar de l'habitació.
- 2) Seguint un patró obert: les proves es poden resoldre de manera desordenada i serà la combinació de totes les solucions a aquestes pistes la que et donarà la resolució final per a poder eixir de la habitació.
- 3) Seguint un patró multilineal: En aquesta cas, hi haurà una sèrie de proves que requeriran la resolució prèvia d'unes altres i, també, unes altres proves que, com al patró obert, es podran resoldre de manera desordenada. La combinació de totes elles ens permetrà eixir de l'habitació.

Un altre element essencial per al disseny d'un "Escape room" és l'establiment del tipus de proves que es volen realitzar sent els més comuns, caixes amb forrellats, puzles, missatges encriptats,

tinta invisible, colors, codis i moltes més. En el cas d'un "Escape room" educatiu es tenen que integrar proves manipulatives amb proves relacionades amb els coneixements teòrics que es volen repassar.

Una de les parts més importants d'aquest tipus d'activitat és el desenvolupament d'una història per tal de que els membres que hi participen es posen totalment en el paper, aconseguint així un grau de motivació més elevat. Amb la narrativa, també aconseguim que les diferents proves que es realitzen tinguin sentit.

Finalment, s'ha de tenir en compte que no sempre són les proves tan fàcils com el dissenyador creu i, per això, ha d'haver una persona que pugui contactar amb els participants de manera personal o a través d'algún dispositiu o altaveu per poder donar-los pistes.

#### - Metodologia

Abans de començar amb l'explicació de com va ser dissenyat l'esperat "Escape room" cal esmentar que les imatges que s'adjuntaran pertanyen a "l'Escape room" que van realitzar els companys de quart d'ESO, perquè el dels alumnes de Primària, conseqüència de l'alerta sanitària, no es va poder realitzar i, per tant, no es disposa d'imatges.

Així doncs, per començar a dissenyar un "Escape room" és important tenir un fil narratiu, sobre el que estaran ambientades les proves, i que done sentit al joc.

En aquest cas, la història que es va crear va ser la següent:

"Una nit freda i obscura de Desembre es va cometre un assassinat i la policia local de Benimámet va decidir encomanar aquest cas tan important al millor inspector de la científica, el inspector Pastor. La resolució del "cas Ave" anava vent en popa, on l'inspector quasi quasi sabia qui havia sigut l'assassí.

No obstant, el 25 de febrer de 2020 "el Ave" va pegar un gir de 180 graus. Pastor va descobrir que l'assassí és un conegut seu molt pròxim i no volia que anara a la presó pel delicte que havia comés. Per impedir que la resta de policies continuaren amb la investigació ha tancat a tots els seus companys de criminalística al seu despatx. Com és un home molt llest i astut ha amagat totes les proves que incriminen l'assassí del cas Ave. Ara és el nostre torn, hem de descobrir qui ha sigut l'assassí i aconseguir eixir del despatx per poder detenir a l'inspector."

Una vegada tenim clara la narració hem de començar a pensar en la modalitat "d'Escape room" que més ens agrada o més s'adapta al nostre objectiu. En el meu cas, vaig optar per una modalitat multilínia on els alumnes poden resoldre les proves de manera desordenada i el conjunt de totes les pistes finals els conduirà a l'assassí. Per facilitar la comprensió de les proves que vaig realitzar, cadascuna d'elles estaran recollides en circuits.

**CIRCUIT 0:** Damunt de la taula de la professora es deixa a vistes un paper i un bolígraf per si els alumnes necessiten realitzar algun tipus d'anotació per resoldre les proves.

**CIRCUIT 1:** Hi ha claus nugades a la corretja de la persiana. Sols una de totes elles obri una caixa amb clau. Aquesta caixa es troba a vistes, per a que els xiquets la troben amb facilitat. Dins d'aquesta trobaran una brúixola que apunta al Nord de l'habitació, on està amagada una pista que correspon amb un fragment de DNA de l'assassí (CATGGTAACAAT). Baix d'una cadira està amagat un codi que transforma les lletres a números, obtenint un codi que els permet obrir una caixa amb un forrellat de 4 dígit. El codi que et dona la contrasenya del forrellat correspon a la cadena complementària.

Dins la caixa hi ha una boleta de plàstic que conte dins un paperet en el què es descriu un al·lel d'un dels progenitor per al caracter de la grandària dels llavis.



IL·LUSTRACIÓ 16. REVISTA A LA QUE SE LI HA FET UN FORAT PER INTRODUIR UN PEN USB.

**CIRCUIT 2:** Damunt d'una estanteria els alumnes trobaran unes revistes que tenen al seu interior un forat on s'ha introduït un pen. Per esbrinar el contingut d'aquest pen els alumnes han de fer us del portàtil que es troba a la taula principal, però no podran accedir sense haver desxifrat la contrasenya que bloqueja el dispositiu. La pista que et proporciona la contrasenya és un conjunt de cintes de tela que es troben penjades al sostre i que els alumnes hauran de arrancar per poder veure els números que contenen en un dels extrems. A més

a més, per a saber quina és la clau del portàtil han de relacionar el color del pen amb el de la cinta i han d'ordenar els nombres de menor a major grandària.



**IL·LUSTRACIÓ 17.** ELS ALUMNES ESTAN PENSANT EN QUE HAN DE FER AMB LES CINTES QUE ES TROBEN PENJADES AL SOSTRE. PERÒ FINALMENT DESCOBREIXEN QUE HAN DE RELACIONAR EL COLOR DEL PEN AMB EL DE LES CINTES I, A LA DRETA, ES TROBEN ORDENANT ELS NOMBRES.

Una vegada puguen descobrir que s'amaga a l'interior del pen trobaran la següent pista escrita pel Inspector Pastor:

*Hola xics!*

*Sé que vos he tancat dins del meu despatx però m'heu obligat a fer-ho... Però com no soc tan mala persona com penseu, vos vaig a donar una pista:*

*A la caixa de cartró que té dos forats heu d'introduir les mans i agafar les figures geomètriques que hi ha al seu interior. Una de eixes figures correspon al perfil del assassí per al color d'ulls...No vos puc dir més.*

*Molta sort perquè la necessitareu...JAJAJA!!!*

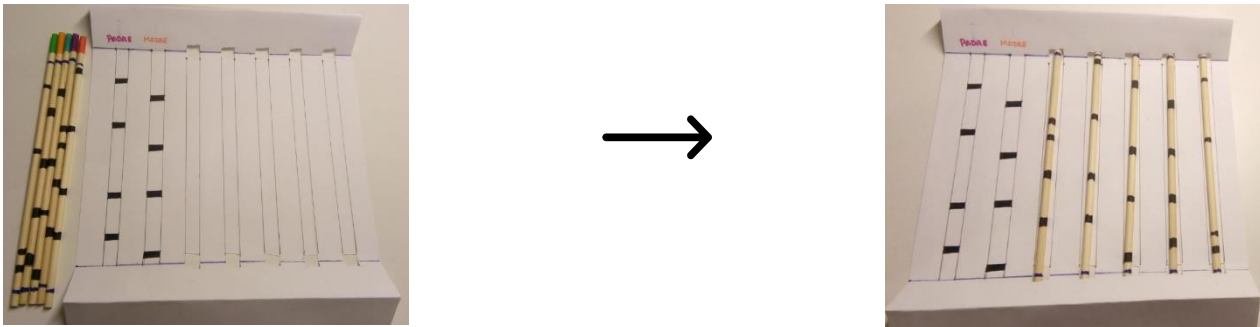
A la caixa de cartró hauran d'estirar les figures geomètriques i en la part superior de la caixa està dibuixada la figura que pertany al color d'ulls del culpable del "cas Ave".



**IL·LUSTRACIÓ 18.** LA IMATGE DE LA ESQUERRA ÉS UNA VISIÓ INTERIOR DE LA CAIXA. A LA DRETA VEEM UN ALUMNE INTENTANT ESBRINAR EL MISTERI.

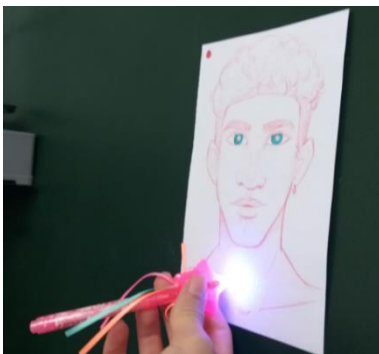
**CIRCUIT 3:** Per la classe hi ha amagats tres sobres de tres colors diferents. Els sobres a la part superior dreta presenten un segells amb una forma "tipo puzle" que han d'ordenar. Els sobres, en la part central, presenten escrit un número. La combinació numèrica obtesa els permet obrir una caixa amb un forrellat on trobaran una boleta de plàstic, en la que al obrir-la hi ha un dels al·lels d'un dels progenitors de l'assassí per al grup sanguini.

**CIRCUIT 4:** Per la classe hi ha cinc palets de fusta que presenten unes bandes de color negre. Cadascun dels palets és el resultat de la PCR dels sospitosos de l'assassinat. Amagat per la classe hi haurà un paper que és la plantilla del gel d'agarosa on es mostren les bandes que sorgeixen per als dos progenitors de l'assassí.



**IL·LUSTRACIÓ 20.** EN LA IMATGE DE LA ESQUERRA ES PRESENTEN ELS PALETS I EL "GEL D'AGAROSA" AMB ELS RESULTATS DELS DOS PROGENITORS DE L'ASSASSÍ. ELS ALUMNES HAN DE POSAR ELS PALETS DINS DELS FORATS PER VEURE EN QUIN DELS SOSPITOSOS COINCIDEIXEN LES BANDES DELS PROGENITORS.

**CIRCUIT 5:** A una de les parets trobaran tres rellotges de cartolina de tres colors diferents. Cada rellotge tindrà una hora diferent. Amagada per la classe hi haurà una caixa amb gomets del mateix color que els rellotges. Els alumnes hauran de relacionar el color dels rellotges amb el dels gomets permetent-los establir l'ordre en que han d'introduir els números que indica l'hora al forrellat de la caixa. Dins de la caixa trobaran, un altra vegada, una boleta de plàstic amb l'al·lel d'un dels progenitors que determina per al tipus de lòbul de l'orella.



**IL·LUSTRACIÓ 21.** ELS ALUMNE JA HAN DESCOBERT QUE EN ELS RETRATS HI HA UN MISSATGE AMAGAT. PODEM VEURE COM ESTAN UTILITZANT LA LLANTERNA PER LLEGIR LES CARACTERÍSTIQUES DEL SOSPITOS

**CIRCUIT 6:** Per la classe també hi haurà amagades tres boletes de plàstic que contenen la informació al·lèlica de l'altre progenitor per al lòbul de la orella, el grup sanguini i la grandària dels llavis i la llanterna de la tinta invisible. Els retrats del cinc sospitosos es trobaran penjats en una de les parets de la classe i en tinta invisible estaran escrits els diferents caracters de l'assassí. Darrere de cada imatge hi ha una clau, però sols la que es troba darrere de l'assassí és la que permetrà als alumnes eixir de l'habitació.

Per a aquest "Escape room", dividim la classe de trenta xiquets en tres grups, per aconseguir grups reduïts de 10 alumnes i, a ser possible, tres aules diferents per muntar tres "Escape room" iguals, per que tots els alumnes puguem realitzar l'activitat al mateix temps, sense tindre que esperar.

Per a cada "Escape room" hi ha cinc o sis alumnes d'ESO encarregats del muntatge o del correcte funcionament del mateix, aportant-los pistes.



## **5. CONCLUSIONS**

### ***Principals conclusions extretes per l'equip en el procés d'elaboració del projecte***

Per començar, cal esmentar que tot el que es descriu en aquets apartat fa referència als alumnes de Secundària ja que, per l'alerta sanitària, els alumnes de Primària no van poder realitzar aquest Projecte.

Hi ha diferents autors i autores que defensen la introducció de noves metodologies en les classes amb la finalitat d'aconseguir la motivació de l'alumnat, que és un dels grans problemes que s'observen a les aules en l'actualitat, i descobrir la vinculació que existeix entre aprenentatge i motivació. També s'ha analitzat amb aquesta experiència les habilitats socials dels alumnes i el seu comportament quan actuen de manera grupal.

A la vista de la realització de "l'Escape room" en els alumnes de l'ESO es poden extraure les següents afirmacions:

- 1) S'ha observat un gran **augment en la motivació dels alumnes**, per aprendre i repassar el conceptes de Genètica amb la finalitat de poder anar superant les proves del Escape room.
- 2) Amb aquesta metodologia els alumnes han **consolidat els conceptes sobre Genètica** explicats a l'aula.
- 3) S'ha observat que l'**aprenentatge** s'ha produït d'una manera **lúdica i divertida**.
- 4) També s'ha observat que al realitzar-se les classes teòriques amb la finalitat de realitzar "l'Escape room", els alumnes han après sense que els suposara ningun gran esforç, perquè tenien una gran motivació. Pel que podem concloure que a més motivació, menor esforç en l'aprenentatge i, sempre, obtenint els mateixos resultats.
- 5) L'activitat ha fomentat l'aplicació d'habilitats cognitives, com són la resolució de problemes, la capacitat inventiva i el pensament crític que s'han d'aplicar per resoldre les pistes i per a dissenyar les activitats destinades als alumnes de cinquè de Primària.
- 6) S'ha observat que ha funcionat perfectament el treball en equip dels alumnes, i que no ha hagut cap discriminació; tots han treballat en equip per aconseguir un objectiu comú.
- 7) S'ha observat que al grup es distribuïen diferents rols per a la realització de l'activitat, perquè tots hi participaven.

Per tot el que s'ha esmentat opine que "l'Escape room" és una eina docent molt interessant, i que també pot servir per a que el professor pugui esbrinar les habilitats socials dels seus alumnes i també observar si hi ha alguna mancança al respecte, per a poder corregir-la.

També considere que seria interessant realitzar activitats d'aquest tipus de manera periòdica (dues per curs); encara que sent conscient de l'enorme càrrega de treball que comporta, es podrien confeccionar les proves de manera que pugueren servir per a altres alumnes en pròxims cursos.

Finalment, encara que no s'han pogut completar les activitats que els alumnes d'ESO tenien preparades per als de Primària, s'ha observat gran interès per part d'aquests en incloure als seus companys més menuts en esta nova experiència, on aquest Projecte els ha permet comprovar que aprendre és divertit.

#### **Conclusions dels alumnes:**

Els alumnes de Secundària van valorar a "Ningú s'Escape de la Gènica" de manera molt positiva on han gaudit molt de l'experiència, han après i, fins i tot, estarien encantats de tornar a participar. Tan mateix, el 100% de la classe recomanaria als seus companys de cursos inferiors realitzar aquest tipus de Projecte ja que els ha servit per aclarir dubtes sobre certs coneixements sobre Genètica i consolidar la matèria.

Al finalitzar el Projecte els alumnes van realitzar una enquesta, on en totes s'ha fet referencia a "l'Escape room" considerant-lo una activitat que els ha motivat molt, on han pogut repassar tots els contingut de manera divertida i que els haguera encantat poder realitzar aquest tipus de joc als seus companys de Primària.

No obstant, se'ls va demanar que afegiren comentaris de millora per al Projecte, ja que aquesta és una important ferramenta per avançar, millorar i oferir cada volta un Projecte amb un grau de perfecció més elevat. Així doncs, els comentaris més repetits pels alumnes han sigut els següents:

- 1) Més temps en cada sessió i, per tant, més activitats.
- 2) Que les classes foren més seguides (per exemple: que totes les sessions s'hagueren executat en un màxim de dues setmanes).
- 3) Explicacions de la teoria més pausades.

Totes aquestes propostes de millora tenen com a factor comú el temps i el nombre de sessions. És evident que disposant de més temps es poden realitzar unes explicacions a classe molt més pausades i que, per tant, l'alumnat entenga millor el que s'està explicant.

#### **Conclusions de l'equip docent:**

Úrsula, la professora de Biologia, en el qüestionari ha manifestat que *"és un gran projecte que apropa la Universitat a les escoles i les escoles a la Universitat. Una aproximació a dues bandes: en l'escola per a orientar als futurs estudiants sobre els seus plantejaments en el tema d'estudis i en la Universitat per poder apropar als recents graduats al possible treball de futur en el món de l'educació"*. També destaca la predisposició dels alumnes cap al Projecte Natura que *"esperaven les sessions amb molta impaciència"*.



Per a la professora de Secundària "l'Escape room", considera que *"millor activitat no pot haver, ja que en una hora s'han integrat tots els continguts del curs, amb una motivació final que fa molt entretinguda l'activitat i damunt reforçant el treball en equip"*.

De la mateixa manera que als alumnes, a la professora també se li va preguntar en el qüestionari que aspectes del Projecte creu que es poden millorar, on la seua resposta va ser la següent: *"no veig cap aspecte per millorar. A més a més, m'agradaria destacar que està molt bé l'inici del projecte, l'ajuda econòmica (ja que molts centres anem molt escassos de recursos) i la presència d'un professor universitari-tutor que te recolze en tot moment, tant a tu com a l'alumne en pràctiques"*.

## **6. VALORACIÓ DEL PROJECTE**

Considere que un Projecte Natura és una proposta excel·lent per aquelles persones que, com jo, saben que volen dedicar la seua futura vida professional a la docència; permetent iniciar-te i agafar soltura, fluïdesa i confiança a l'hora de desenvolupar-te amb els alumnes. I que també suposa el repte d'aplicar un "nou" mètode d'aprenentatge que fa que els alumnes no obliden allò que han après.

Un fet que cal destacar d'aquest projecte és la motivació que aconseguix en l'alumnat; molts dels meus alumnes han confestat que en un inici no tenien gens d'interès per aquest Projecte que, fins i tot, pensaven que anava a ser avorrit. No obstant, al iniciar-lo i començar a realitzar activitats la seva percepció cap aquest va canviar completament ja que aprenien d'una manera diferent i molt més dinàmica.

No obstant, com a participant del Projecte m'agradaria afegir una problemàtica que li vaig trobar al Projecte. Per això, vaig a exposar el meu cas, que pot ser que hi haja succeït a altres universitaris o, tal vegada, no. Al primer quadrimestre (Octubre-Desembre) vaig estar realitzant les Pràctiques Externes del Grau, el que m'impedia començar amb el Projecte. Per tant, vaig començar a Febrer, un cop acabats els exàmens de Gener. El problema radica en que havíem d'acoblar l'horari del xiquets, de l'assignatura de Biologia i Geologia, amb el meu horari universitari. Els alumnes tenien classes de Biologia d'una durada de 55 min (els dimarts a les 8:55, els dijous a les 15:00 o els divendres 12:45 hores). Com jo tinc classes per les vesprades sols podia anar els dimarts i els divendres. Afegit a aquest horari tan limitat, els alumnes van realitzar un intercanvi a Escòcia, des del dia 26 de Febrer fins 6 de Març, per la qual cosa encara es va reduir més el temps. Conseqüència d'això és el que han manifestat els alumnes a les enquestes, que és que explicava massa ràpid pel temps tan limitat que disposàvem. M'haguera agradat tenir més temps per a poder explicar la teoria de manera més pausada; i una possible solució podria haver sigut que el centre proporcionara una major flexibilitat horària pels matins, tal vegada aprofitant classes com poden ser les tutories.

## **8. EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE**

En compliment del Reial decret 463/2020, de 14 de març, pel qual es declara l'estat d'alarma per a la gestió de la situació de crisi sanitària ocasionada pel coronavirus SARS-CoV-19 i les seues successives pròrrogues (Reial decret 476/2020, de 27 de març; Reial decret 487/2020, de 10 d'abril; Reial decret 514/2020, de 8 de maig i 537/2020 de 22 de maig), s'ha limitat la circulació de les persones, romanent la població confinada en els seus habitatges i sense reprendre's les classes presencials per als alumnes.

I com a conseqüència d'aquesta situació excepcional, les activitats que havien dissenyat els alumnes de 4t d'ESO sobre els coneixements apresos de Genètica (consistents a impartir classes als seus companys de 5é de Primària, a idear un "Escape room" per als més xicotets i la realització d'aquest últim) no es va poder desenvolupar materialment.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

CEFIRE Torrent APS i ABP. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) i Aprendizaje Servicio (APS). ( Extret el 15/04/2020 de:

[https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1wb\\_zMZoHi\\_Fc3TB7ZTbYDuXpDEsZD610](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1wb_zMZoHi_Fc3TB7ZTbYDuXpDEsZD610)).

Decret 108/2014, de 4 de Juliol, del Consell, pel qual s'estableix el currículum i desplega la ordenació general de l'Educació Primària a la Comunitat Valenciana. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, núm. 7311, de 7 de juliol del 2014. ( Extret el 22/4/2020 de: [https://www.dogv.gva.es/datos/2014/07/07/pdf/2014\\_6347.pdf](https://www.dogv.gva.es/datos/2014/07/07/pdf/2014_6347.pdf)).

Diago P i Ventura N. 2017. Escape room: gamificación educativa para el aprendizaje de las matemáticas. Suma 85(1): 33-40.

García M, García MA i Furió J. 2009. Las leyes de la herència. Pàgines 236-253. Biología 2 Bachillerato. Ecir.

García M, García MA i Furió J. 2009. Los genes y su función. Pàgines 255-272. Biología 2 Bachillerato. Ecir.

Íñiguez, F.J., y Puigcerver, M. 2013. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 10(3): 307-327.

Ministeri d'Educació i formació professional. Competències bàsiques d'educació Secundària. Govern d'Espanya. (Extret el 22/04/2020 de:

<http://www.educacionyfp.gob.es/en/contenidos/estudiantes/educacion-secundaria/informacion-general/competencias-basicas.html>).

Pascual LF i Silva FJ. 2018. Patrones de herència monogènica. Pàgines 67-93. Principios básicos de genética. Editorial Síntesis.

Pascual LF i Silva. 2018. Sexo y herència. Pàgines 97-119. Principios básicos de genética. Editorial Síntesis.

Posner G. 1982. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education 66: 211-227.

Pascual LF i Silva FJ. 2018. Tecnología del ADN recombinant. Pàgines 405-437. Principios básicos de genética. Editorial Síntesis.

Pierce B. 2016. Extensiones y modificaciones de los principios básicos. Pàgines 101-131. Genética. Un enfoque conceptual. Ed. Médica Panamericana.

Piro O. 2014. Breve historia del ADN, su estructura y función. Ciencia e investigación 64 (3).

Reial decret 1105/2014, del 26 de Desembre pel qual s'estableix el currículum bàsic de la Educació Secundària Obligatòria i del Batxillerat. Bolletí Oficial de l'Estat, núm. 3, de 3 de gener del 2015. (Extret el 22/4/2020 de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>).

Reial Decret 463/2020, de 14 de març, pel que es declara l'estat d'alarma per a la gestió de la situació de crisi sanitària ocasionada pel COVID-19, núm. 67. (Extret el 22/4/2020 de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-3692-consolidado.pdf>).