

PROJECTE NATURA



15/5/21

EPIGENÈTICA PER A ETAPES EDUCATIVES PREUNIVERSITÀRIES MITJANÇANT EL DESENVOLUPAMENT D'UN VIDEOJOC

RESUM DEL PROJECTE

Aquest Projecte Natura ha aconseguit desenvolupar el BioQuiz, un videojoc enfocat a l'aprenentatge del concepte d'epigenètica de manera lúdica per part d'alumnat de Primària que podrà ser difós a més nivells educatius i a la societat en general. El desenvolupament d'aquest videojoc ha implicat l'ampliació dels coneixements a un nivell de 4t de Grau de Biotecnologia en epigenètica, els seus mecanismes i exemples concrets de regulació epigenètica en els bessons, temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits, microbioma i COVID-19. A més, s'ha adaptat i transmés aquesta informació a les etapes educatives preuniversitàries de 4t de l'ESO i 6é de primària de dos centres educatius independents. Per a tot això, s'ha fet ús de la metodologia basada en projectes (Projectes Natura) juntament amb l'Aprenentatge-Servei i la gamificació per a avaluar l'aprenentatge de l'alumnat. L'alumnat de secundària, a partir dels coneixements adquirits en les classes teòriques ha realitzat el desenvolupament del videojoc sota la supervisió de l'alumna que presenta aquest TFG.

PROJECTE NATURA

EPIGENÈTICA PER A ETAPES EDUCATIVES PREUNIVERSITÀRIES
MITJANÇANT EL DESENVOLUPAMENT D'UN VIDEOJOC

1. EQUIP PARTICIPANT

ÀREA TEMÀTICA: EPIGENÈTICA (GENÈTICA, BIOLOGIA)		
Títol del projecte: Epigenètica per a etapes educatives preuniversitàries mitjançant el desenvolupament d'un videojoc.		
	Nom i Cognoms	
Alumne/a UVEG	Andrea Gallén Aledo	
Professor/a de la UVEG	Inma Quilis Bayarri	
Professor/a de secundària	Pedro Monedero Cariñena	
Mestre/a de Primària	Carlos Llorens Barreda	

ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS	Curs	Assignatura
7	4t ESO	Projecte Interdisciplinar (Desenvolupament de videojocs)

Nombre d'alumnes de primària que poden participar: no n'hi ha límit d'alumnes. Van participar 14 alumnes.

Curs recomanat: Des de 6é primària a 4t d'ESO

PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: SI

DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN: Ciències Naturals (Col·legi), Biologia, Informàtica (Insitut) i Bioquímica i Biologia Molecular (UV).

2. OBJECTIUS

2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE:

El projecte es situa en el marc temàtic de la genètica, concretament en l'epigenètica. Aquest tema és desconegut per a l'alumnat de secundària i primària, els quals cursen els blocs de Biologia i Ciències Naturals, respectivament. Aquest Projecte Natura pretén apropar a les etapes educatives de 4t de l'ESO i 6é de primària al tema de l'epigenètica amb exemples de regulació epigenètica concrets en bessons, que constitueixen el principal model d'estudi, la temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits, microbioma i la relació entre epigenètica i COVID-19.

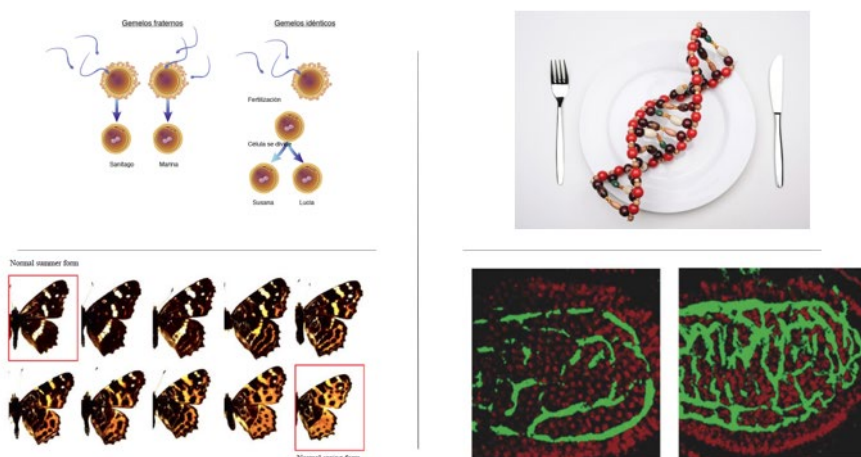


Figura 1. Conjunt de fotografies que representen alguns punts el que vistes amb la teoria.

Bloc temàtic de primària i de secundària:

Secundària: Biologia

Primària: Ciències Naturals

2.2 CONCEPTE A TRANSMETRE:

Idea principal: Les condicions ambientals, el comportament i els hàbits modifiquen l'expressió dels gens i això és el que estudia l'epigenètica. Per tant, no només els gens determinen el nostre desenvolupament sinó que els nostres hàbits, la nutrició o inclús els microorganismes als que ens exposem són alguns dels factors capaços d'alterar l'expressió gènica. A més, els bessons són el principal model d'estudi en una genètica sense canvis, i per tant, de l'epigenètica.

Paraules clau: genètica, epigenètica, Aprenentatge-Servei, gamificació, videojoc, Projectes Natura: BioQuiz.

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

PROPIS:

Objectius didàctics: aprenentatge de metodologies noves: Aprenentatge basat en projectes (Projectes Natura), ApS, gamificació.

Objectius científics: ampliar els coneixements en epigenètica a un nivell de 4t de Grau de Biotecnologia mitjançant la cerca i descripció d'informació de manera exhaustiva sobre epigenètica i els seus mecanismes i sobre exemples concrets de regulació epigenètica en els bessons, temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits, microbioma i COVID-19, i aconseguir adaptar-los a un nivell de 4º de l'ESO i de 6º de primària.

SECUNDÀRIA:

Objectius didàctics: desenvolupament d'un videojoc sobre epigenètica adaptat i enfocat a l'educació de forma lúdica de la classe de primària.

Objectius científics: aprenentatge de conceptes bàsics en genètica, la epigenètica i els seus principals mecanismes i alguns exemples sobre regulació epigenètica en bessons, temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits, microbioma i COVID-19.

PRIMÀRIA:

Objectius didàctics: aprenentatge de forma lúdica mitjançant un videojoc sobre epigenètica.

Objectius científics: obtenir coneixements sobre epigenètica i exemples concrets de regulació epigenètica i la seua importància.

2.4. COMPETÈNCIES BÀSIQUES

SECUNDÀRIA: l'alumnat ha de tindre coneixements bàsics en biologia i genètica, on ha de conèixer i tindre clar què és la cèl·lula i els seus components, el concepte d'ADN, de gen i d'herència. Han de comprendre què és la medicina preventiva i diferents malalties com la celiàquia, l'obesitat, les malalties cardiovasculars o les malalties inflamatòries de l'intestí, així com malalties de l'àrea de la psiquiatria. També ha de conèixer què és el calfament global. Quant a l'àrea d'informàtica ha de conèixer el funcionament de ferramentes concretes d'ordinador per a facilitar el seu aprenentatge en el desenvolupament del videojoc.

D'altra banda, els alumnes han de ser creatius, participatius, capaços de treballar en grup i capaços de desenvolupar habilitats en la creació del videojoc.

PRIMÀRIA: l'alumnat ha de tindre coneixements bàsics en biologia i genètica, sense arribar a nivells moleculars on ha de conèixer la cèl·lula, el nucli cel·lular, l'ADN i el gen. Quant a l'àrea d'informàtica han de saber utilitzar un ordinador de forma bàsica, és a dir, el teclat.

3. MATERIALS I METODOLOGIA

Materials:

-Didàctics:

A partir de la informació bibliogràfica recopilada es va emprar l'eina PowerPoint amb l'objectiu de crear presentacions visuals i d'ajuda per a l'alumnat de secundària en el seu seguiment de les explicacions teòriques. Totes les presentacions van quedar recollides en un únic document, a la disposició de l'alumnat, per a poder facilitar el seu aprenentatge. A més, es va preparar en Word un glossari de conceptes bàsics en genètica i biologia i com a complement a les presentacions es va realitzar un resum amb la recopilació de la informació més rellevant vista en les classes teòriques. També es van redactar en un document les preguntes per al videojoc. Per a l'elaboració de gràfiques també es va emprar Excel.

-Gamificació:

Es va emprar Kahoot! com a plataforma d'avaluació prèvia i posterior a les explicacions a l'alumnat de secundària i per a l'enquesta al de primària. Quant al test d'avaluació final es va emprar el format escrit. Finalment, en un document de Word van quedar recollits els resultats de les tres proves d'avaluació juntament amb les seues respectives preguntes i els resultats de l'enquesta.

Finalment, per a complir amb l'objectiu de la creació del videojoc, el programari lliure utilitzat va ser Apatxe Cordova, un entorn de creació d'aplicacions digitals i Phaser 3. També GIMP per a l'edició d'imatges i Sublim Text com a editor de text i editor de codi font. Aquest videojoc és el material didàctic a partir del qual es van transmetre els coneixements a l'alumnat de primària. En aquest van poder jugar a una manera de pantalles amb diferents escenes quotidianes en les quals tenien l'objectiu d'agafar i esquivar diferents objectes i al final de cada pantalla havien de respondre algunes preguntes. D'aquesta manera es va produir la introducció de coneixements teòrics de manera pràctica i lúdica.

Metodologia:

-Projectes Natura

-Aprenentatge-Servei (ApS):

Els objectius de l'ApS són responsabilitzar a l'alumnat del seu aprenentatge donant-li protagonisme i fomentar la seua col·laboració, desenvolupar coneixements rellevants i habilitats per a les relacions interpersonals, que l'alumnat s'enfronte a un repte i desenvolupe raonaments creatius i eficaços i que s'adeqüe l'aprenentatge al nivell d'aquest alumnat.³¹ Aquesta metodologia segueix els següents punts (taula 1):

- Aprenentatge de l'alumne/a: plantejament de la idea i cerca bibliogràfica.
- Preparació dels materials didàctics per a transmetre la informació a l'alumnat de secundària.
- Aprenentatge per part de l'alumnat de secundària: receptors de la informació.

- Preparació dels materials didàctics per a transmetre la informació a l'alumnat de primària: elaboració d'un videojoc per part de l'alumnat de secundària per a transmetre la informació al de primària.
- Recepció del servei: producte final, el videojoc, per part de l'alumnat de primària.
- Difusió: mostra al públic del videojoc en diferents contextos.

-Ferramentes didàctiques:

- Creació de materials didàctics: PowerPoint, Word i Excel.
- Gamificació: kahoot!, videojoc (Apache Cordova, Phaser 3, GIMP, Sublime Text)

Taula 1

Esquema de la metodologia ApS i els seus diferents passos a seguir.

ApS			
Alumne/a UVEG			
-Plantejament de l'idea -Recerca bibliogràfica -Preparació per a secundària	Secundària		
	-Aprenentatge de secundària -Preparació per a primària	Primària	
		-Recepció producte final	Mostra al públic
			-BIOGRAU -Expociència -Altres

Lloc i /o requeriments d'espai:

- Aula d'informàtica amb ordinadors i projector.

4. DESCRIPCIÓ DETALLADA

En primer lloc, es va plantejar el tema i el contingut del treball per a poder recopilar tots els coneixements i poder transmetre'ls a l'alumnat de secundària i posteriorment al de primària. D'aquesta manera, durant el mes de setembre i fins al dia 12 d'octubre es va recopilar tota la informació bibliogràfica de nivell universitari i es van preparar les presentacions PowerPoint per a les pròximes setmanes i el test previ, amb l'adaptació d'aquests coneixements a l'etapa educativa de 4t de l'ESO. La classe amb la qual es va treballar era pertanyent a la branca de biologia en l'assignatura optativa Projecte Interdisciplinària (desenvolupament de videojocs) de l'Institut d'Educació Secundària Miquel Peris i Segarra.

La primera sessió va tindre lloc el 13 d'octubre que va començar per un test previ a les explicacions teòriques mitjançant la plataforma Kahoot! amb l'objectiu d'avaluar els conceptes previs en genètica a 21 estudiants d'aquesta classe. Després de realitzar el test i observar els resultats es va procedir al començament de les explicacions teòriques amb diferents conceptes bàsics previs: ADN, seqüència d'ADN, ARN, gen, cromosoma, proteïna, genoma, genotip, fenotip, cromatina (eucromatina i heterocromatina) i histones. Després de veure aquests conceptes es va introduir què és l'epigenètica mitjançant el vídeo de l'investigador Pere Estupinyà2 i es va finalitzar la sessió amb una explicació pròpia sobre l'epigenètica i com l'ambient i hàbits, juntament amb els gens ens constitueix com a humans.

Una setmana després, el 20 d'octubre, es va començar la sessió repassant el concepte d'epigenètica i amb l'explicació dels principals mecanismes epigenètics emfatitzant en la modificació reversible de l'ADN i histones. Després d'això es va plantejar la pregunta: quin és un bon exemple d'estudi de l'ambient amb una genètica sense canvis? I es va resoldre amb l'explicació dels bessons monocigòtics com a model i tractant alguns exemples de manera general dins de l'àrea de la psiquiatria i la malaltia cardiovascular en xiquets. Finalment, es va comentar les tres àrees que anàvem a tractar com a factors ambientals: temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits i microbioma, començant per l'àrea de la temperatura i desenvolupament d'algunes espècies de rèptils, peixos i papallones i plantejant com pot afectar el canvi global en el desenvolupament d'aquests animals?

El dia 27 d'octubre es va continuar amb els factors ambientals començant per la nutrició i hàbits, en els quals vam veure diferents aliments o grups d'aliments, l'àcid fòlic en l'embaràs, la celiaquia i obesitat, el consum de drogues i el seu efecte en la descendència i l'exemple de les abelles mel·líferes. Quant a la part de microbioma ens centrem en el concepte de microbioma i els seus beneficis, en els bacteris intestinals i el desenvolupament de l'intestí, en les malalties inflamatòries de l'intestí i en l'ús de probiòtics. Finalment, es va comentar la relació entre epigenètica i covid-19 mostrant la importància de preservar el sistema immunitari.

El dia 10 de novembre, transcorregudes dues setmanes des de l'última sessió teòrica, es va realitzar el test posterior mitjançant Kahoot! amb 13 preguntes incloent conceptes bàsics, mecanismes epigenètics i els 3 blocs tractats de temperatura i desenvolupament, nutrició i hàbits i microbioma i la part final del covid-19. Posteriorment, en la mateixa sessió es van discutir diferents idees aportades per l'alumnat per a enfocar i realitzar el projecte del videojoc i selecció d'un grup reduït de 7 alumnes encarregats de participar de forma més activa en el projecte. La importància d'aquest punt recau en la capacitat d'adaptació de les idees teòriques adquirides al nivell de l'alumnat de primària.

Durant els següents mesos va existir contacte continu de manera telemàtica per a comentar totes les idees i el disseny de tot el contingut del videojoc: logotip, personatges, paisatges, objectes a agafar i esquivar en les diferents pantalles i preguntes per a la manera de preguntes dins del joc, a més dels dubtes que pogueren sorgir en l'enfocament d'aquest o en els conceptes.

Una vegada el videojoc estava avançant, el 15 d'abril els alumnes de 6é de primària del Centre d'Educació Infantil i Primària Palmerar van rebre una xicoteta introducció per part de l'alumna de grau mitjançant l'explicació dels següents conceptes previs: cèl·lula, nucli cel·lular, cromosoma, ADN, gen i fenotip i una explicació de la futura presentació del videojoc.

Paral·lelament, algunes classes de 1r ESO, 3r ESO i 2n Batxiller del mateix centre de secundària van participar en el testatge del videojoc de manera voluntària.

El dia 20 d'abril es va presentar el projecte a la classe de 6é de primària composta per 14 alumnes i alumnes d'entre 11 i 12 anys, mitjançant videoconferència. En aquesta presentació, en primer lloc va haver-hi una xicoteta presentació del treball i del projecte per part dels alumnes i alumnes protagonistes explicant quin era el seu paper en el desenvolupament del projecte. Després es va explicar com procedir en la prova del videojoc i la classe de primària va jugar a aquest. En aquesta prova es van anar comentant les preguntes contestades per l'alumnat després de cada pantalla superada i es van donar les explicacions necessàries per a la comprensió d'aquestes preguntes. Després de la finalització del joc es van plantejar diverses preguntes aleatòries que havien sigut contestades durant la sessió per a veure la seua comprensió i participació (Figura 12). Finalment, es va fer una enquesta a 13 dels 14 alumnes (a causa de la indisposició d'1 alumne) per a conèixer la seua opinió quant a interès, entreteniment, valoració de les explicacions i valoració de la sessió. En aquest enllaç es pot veure la publicació que ha fet el CEIP Palmerar sobre la presentació del videojoc: <https://portal.edu.gva.es/ceippalmerar/2021/04/20/6e-b-provem-un-nou-videojoc-educatiu/>

Finalment, el dia 23 d'abril es va realitzar el test final escrit a l'alumnat de secundària compost per un test de menor dificultat (test 1) i un altre de major dificultat (test 2).

Taula 2

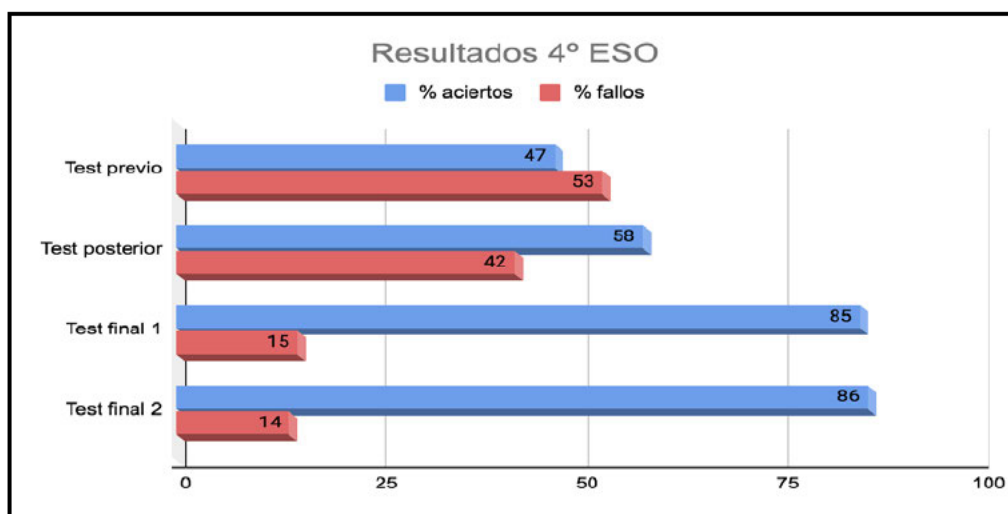
Cronologia del desenvolupament del projecte

Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre - Marzo	Abril			
	Semanas				Semanas				Semanas				4 meses	Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
Búsqueda bibliográfica																	
Test previo 4º ESO																	
Sesión teórica 1																	
Sesión teórica 2																	
Sesión teórica 3																	
Test post 4ºESO																	
Desarrollo videojuego																	
Introducción 6º Primaria																	
Presentación BioQuiz																	
Encuesta 6º Primaria																	
Test final 4º ESO																	

Resultats d'aprenentatge

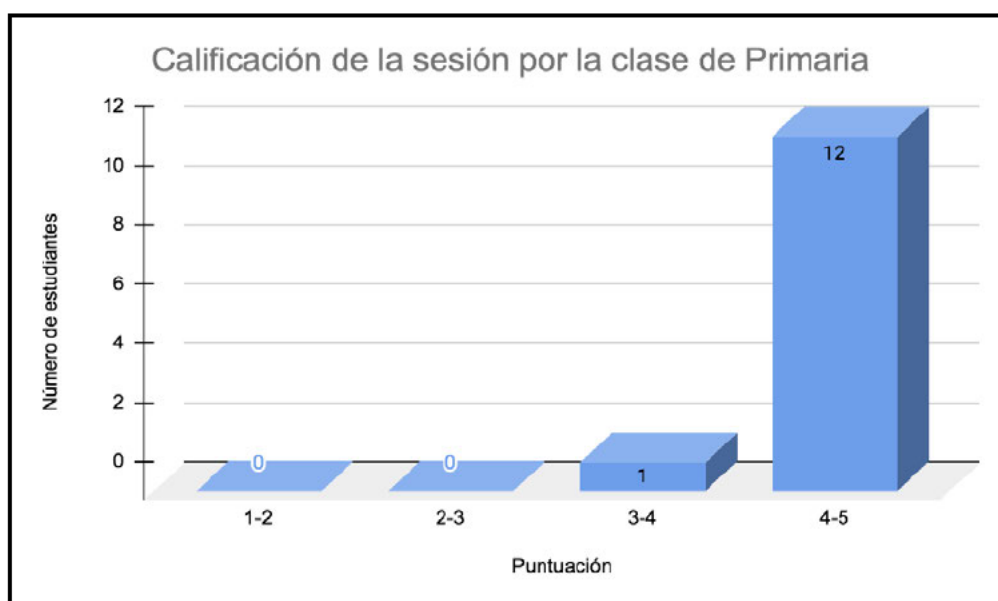
Taula 3

Resultats de l'aprenentatge de l'alumnat de 4t d'ESO



Taula 4

Resultats de la qualificació de la sessió per la classe de primària



5. CONCLUSIONS

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

En primer lloc, s'ha aconseguit complir amb l'objectiu d'ampliar els coneixements propis en epigenètica i introduir en aquest tema a totes dues etapes educatives preuniversitàries (4t ESO i 6é Primària). Així mateix, també s'ha demostrat que el tema de l'epigenètica ha captat l'interés de l'alumnat i ha sigut adequat per

al seu aprenentatge. Fins i tot s'ha aconseguit un major abast degut a la prova voluntària del producte final per part d'altres cursos de l'ESO i Batxiller.

També s'ha vist que l'epigenètica té gran importància en la salut personal i de la descendència i en el desenvolupament d'altres espècies i així ho han après amb les explicacions i el videojoc.

Quant a l'elaboració del BioQuiz, l'alumnat de 4t que ha participat en el seu desenvolupament ha sigut capaç de col·laborar, ser creatiu i desenvolupar-ho a partir dels coneixements teòrics i les preguntes proporcionades. També, han aconseguit tindre més coneixements en el tema que la resta de la classe. D'aquesta manera, el BioQuiz ha sigut fonamental en l'aprenentatge tant en els alumnes de Primària, que han rebut el producte final, com en tota la classe de 4t ja que han pogut consolidar els seus coneixements fins i tot aquells alumnes que no han participat en la seua elaboració. Així, tots els alumnes han adquirit coneixements sobre el tema que poden divulgar i aplicar a nivell personal i interpersonal. A més, el videojoc queda a la disposició de tot l'alumnat i de qualsevol persona que vulga accedir a ell, mitjançant ordinador o l'aplicació.

D'altra banda, la pandèmia ha dificultat el contacte amb l'alumnat limitant la presencialitat però encara així s'ha complert amb els objectius anteriorment comentats. El fet que el projecte siga digital ha permès que el seu desenvolupament i presentació de manera remota.

D'aquesta manera, s'han seguit i completat de manera correcta els passos propis de la metodologia *ApS i el videojoc ha complert amb la seua funció d'eina de divulgació científica apta per a etapes educatives preuniversitàries pel que s'ha complert amb us objectius del Projecte Natura.

Conclusions de l'alumnat:

L'alumnat de Secundària a tingut interès per el tema i ha desenvolupat habilitats i competències en l'elaboració del videojoc basat en l'aprenentatge sobre epigenètica.

L'alumnat de Primària consideren el tema interessant i han comprés la importància del comportament i dels hàbits. A més afirmen que el videojoc els ha agradat i les explicacions en cada pantalla els han ajudat a aprendre.

Conclusions de l'equip docent:

El professor de Secundària ha quedat molt satisfet amb el procés de desenvolupament i amb el producte final. A més, ha considerat des del primer moment la proposta de tema i metodologia molt interessant i productiva i li ha agradat involucrar-se.

El professor de Primària ha considerat el videojoc com una bona ferramenta d'aprenentatge de forma lúdica i el tema el considera molt interessant.

6. VALORACIÓ DEL PROJECTE

PRÒPIA: Per a mi aquest Projecte Natura ha sigut una experiència molt enriquidora, on he pogut vore l'interès per el tema en ambdós nivells educatius i l'evolució de l'alumnat de Secundària en els coneixement adquirits mitjançant les classes teòriques i el desenvolupament del videojoc i els tests.

A més, vaig poder escollir jo el tema de l'epigenètica, un tema que m'ha agradat molt estudiar, i la direcció que vaig voler donar al Treball Fi de Grau. Per la qual cosa, s'ha convertit en l'activitat que més m'ha

agradat desenvolupar del Grau. Així, he pogut escollir les ferramentes que he considerat necessari utilitzar i els continguts que he volgut que estigueren presents en les meues explicacions teòriques a l'alumnat, sempre amb l'adaptació necessària a l'etapa educativa.

Per últim, el fet que l'alumnat de 4t d'ESO haja quedat satisfet amb la creació del BioQuiz i amb el seu aprenentatge i que el de 6é primària haja valorat la sessió amb la major puntuació em resulta molt gratificant.

MESTRE PRIMÀRIA: L'experiència amb l'alumnat ha sigut molt interessant. El fet de jugar al videojoc BioQuiz ha permès conèixer noves disciplines com l'epigenètica i les seues implicacions en el desenvolupament humà.

Així mateix hem pogut reforçar alguns conceptes treballats en l'assignatura de ciències de la naturalesa. El resultat de l'activitat ha sigut positiu i l'alumnat ha tingut una motivació considerable al sentir-se provadors de videojocs, doncs és un element molt prestigiós en el seu context cultural.

7. IMATGES DEL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE



Figura 2. Projector amb una pregunta resolta del test posterior a les explicacions teòriques realitzat a la classe de 4t de l'ESO de l'IES Miquel Peris i Segarra mitjançant Kahoot!.



Figura 3. Alumnes i professor de 4t d'ESO participants en el desenvolupament del BioQuiz



Figura 4. Alumnes de 4º de l'ESO del IES Miguel Peris i Segarra disenyant els personatges per al BioQuiz.



Figura 5. Classe de 6é de primària del CEIP Palmerar en la presentació del videojoc, participant en la contestació d'una pregunta plantejada.



Figura 6. El videojoc on s'inclou la introducció amb la definició d'epigenètica, una pantalla amb una pregunta relacionada amb la temperatura i el desenvolupament i una pantalla amb conceptes bàsics i preguntes sobre bessons.

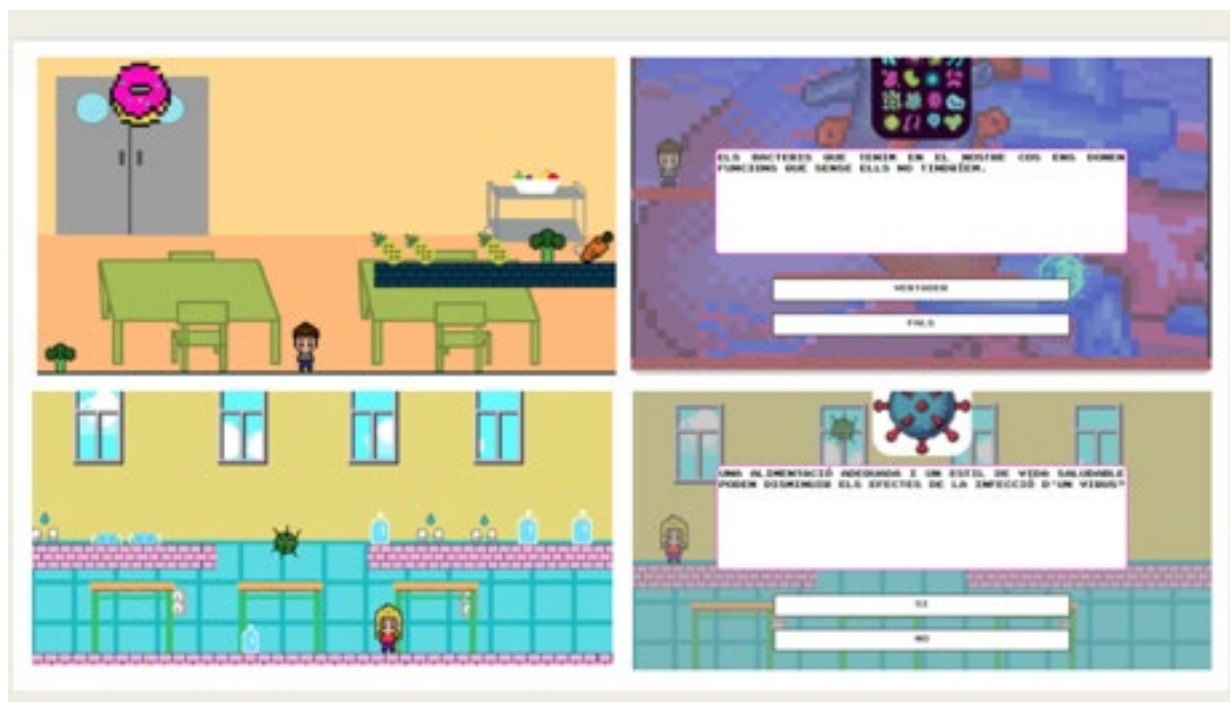


Figura 7. El videojoc on s'inclou una pantalla de nutrició i hàbits, una pregunta de la pantalla de microbioma i dos imatges de la pantalla de covid-19, una de la pantalla i altra de una de les preguntes de després.

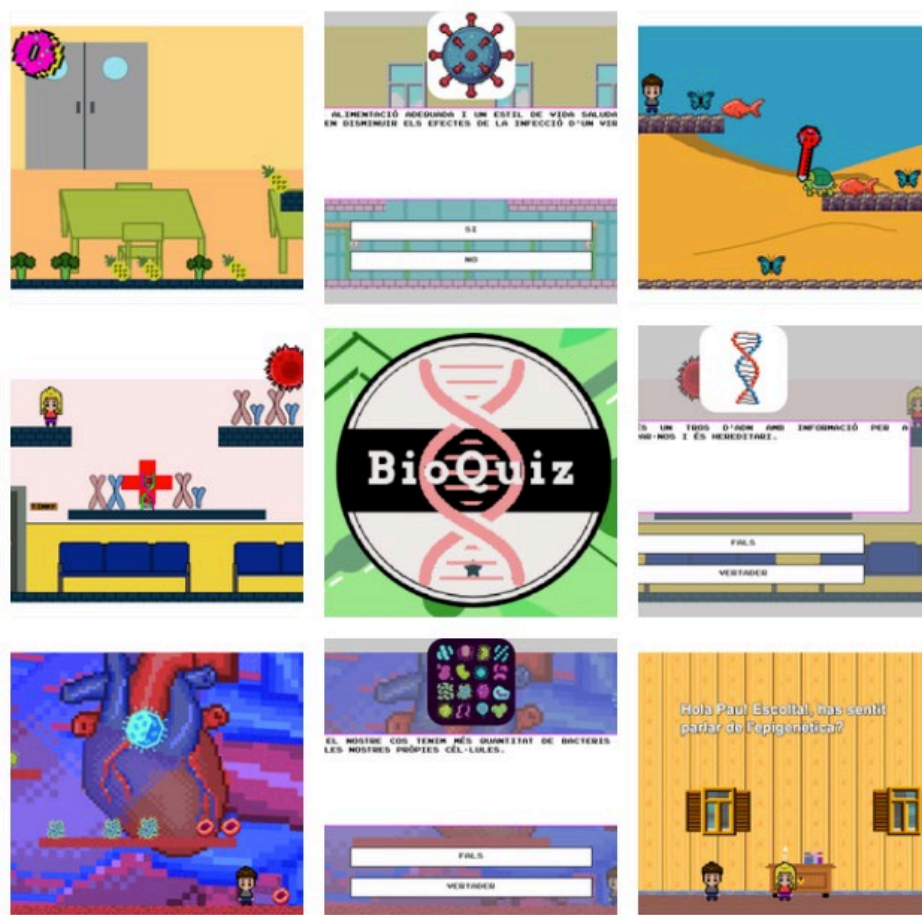


Figura 8. Recopilació de diferents escenes que se troben en el BioQuiz com el logotip, algunes preguntes i les 5 pantalles temàtiques.

8. EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE

La major dificultat en el desenvolupament del projecte ha sigut deguda a la situació de crisi sanitària actual causada per la pandèmia de la COVID-19. D'aquesta manera, el ús de mascaretes i la distància han pogut ser alguns factors que han fet un poc més difícil la transmissió dels conceptes de forma totalment clara. D'altra banda, al centre d'Educació Primària no es va poder accedir de forma presencial per tal d'extremar les precaucions.

No obstant això, el projecte s'ha desenvolupat perfectament, els coneixements han sigut transmesos i rebuts de forma correcta i completa i la comunicació ha sigut fluida de forma tant presencial com no presencial. El fet que el projecte haja sigut digital ha facilitat això ja que es va escollir fer un videojoc per a que es poguera desenvolupar i presentar de forma remota en cas que la situació ho requerirà.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Apuntes de Genética Molecular. Asignatura de 3º de Grado de Biotecnología.
2. Pere Estupinyà. (2009, 18 marzo) *Epigenética - Peláez, Balagué, Estupinyà – smartplanet*. [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=V1lweOJUMwk>
3. Adrien Moulard. (2018, 9 enero). *Epigenetics: how behavior influences the way your genes express themselves – Joël de Rosnay* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Cval2p51pN8>
4. Corella, D., & Ordovas, J. M. (2017). Conceptos básicos en biología molecular relacionados con la genética y la epigenética. *Revista Española de Cardiología*, *70*(9), 744-753. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.02.034>
5. van Dijk, S. J., Tellam, R. L., Morrison, J. L., Muhlhausler, B. S., & Molloy, P. L. (2015). Recent developments on the role of epigenetics in obesity and metabolic disease. *Clinical epigenetics*, *7*(1). <https://doi.org/10.1186/s13148-015-0101-5>
6. *Epigenetics*. (s. f.). Learn.Genetics. <https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/>
7. Rosnay, J. D. (2019). *Epigenética: La ciencia que cambiará tu vida*. Editorial Ariel.
8. Sun, C., Burgner, D., Ponsonby, AL. et al. (2013). Efectos del entorno de la vida temprana y la epigenética sobre el riesgo de enfermedad cardiovascular en los niños: destacando el papel de los estudios de gemelos. *Pediatric Research*, *73*, 523–530. <https://doi.org/10.1038/pr.2013.6>
9. Bascuñán-Gamboa, A., Araya-Quezada, M., & Pérez-Bravo, F. (2014). MicroRNAs: an epigenetic tool to study celiac disease. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, *106*(5), 325-333. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1130-01082014000500005
10. González, A. E., Díaz, A., & Díaz-Anzaldúa, A. (2008). La epigenética y los estudios en gemelos en el campo de la psiquiatría. *Salud mental*, *31*(3), 229-237.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252008000300009&lng=es&tlng=es.

11. Fraga, M. et al. (2005). Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proc Natl Acad Sci USA*, 102(30), 10604–10609. doi: [10.1073/pnas.0500398102](https://doi.org/10.1073/pnas.0500398102)
12. Navarro-Martín, L., Viñas, J., Ribas, L., Díaz, N., Gutiérrez, A., et al. (2011). DNA Methylation of the Gonadal Aromatase (*cyp19a*) Promoter Is Involved in Temperature-Dependent Sex Ratio Shifts in the European Sea Bass. *PLoS Genet* 7(12): e1002447 <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002447>
13. Torres, L., & Merchant, H. (2015). Aspectos moleculares de la determinación del sexo en tortugas. *CIENCIA Ergo-Sum*, 13(2), 176-182. Consultado de <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7520>
14. Rhen, T., Schroeder, A., Sakata, J. et al. (2011). Segregating variation for temperature-dependent sex determination in a lizard. *Heredity* 106, 649–660. <https://doi.org/10.1038/hdy.2010.102>
15. Ospina-Alvarez, N., & Piferrer, F. (2008). Temperature-dependent sex determination in fish revisited: prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. *PloS one*, 3(7), e2837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002837>
16. Gilbert, S. F. (2005). Mechanisms for the environmental regulation of gene expression: ecological aspects of animal development. *J. Biosci.* 30,65-74. <https://doi.org/10.1007/BF02705151>
17. Ramos-Lopez O. et al. (2017). Guide for Current Nutrigenetic, Nutrigenomic, and Nutriepigenetic Approaches for Precision Nutrition Involving the Prevention and Management of Chronic Diseases Associated with Obesity. *J Nutrigenet Nutrigenomics*, 10(1-2), 43-62. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28689206/>
18. Taboada, Noel. (2019) Factores epigenéticos involucrados en el origen de defectos congénitos relacionados con la deficiencia materna de ácido fólico y otros micronutrientes. *Acta médica del centro*,13(3). Consultado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2019/mec193q.pdf>
19. Hofmann, M. (2021, 14 enero). *The Power of Nutrition (Part 1): How Food Determines Our Health*. PAN International. <https://pan-int.org/the-power-of-nutrition-part-1/>
20. Corisco, M. (2020, 29 septiembre). *Epigenética: así modificas con la dieta el funcionamiento de tus genes*. Alimento. https://www.alimento.elconfidencial.com/nutricion/2020-09-29/epigenetica-asi-modificas-con-la-dieta-el-funcionamiento-de-tus-genes_1678538/
21. Aleksandrova, K., Romero-Mosquera, B., & Hernandez, V. (2017). Diet, Gut Microbiome and Epigenetics: Emerging Links with Inflammatory Bowel Diseases and Prospects for Management and Prevention. *Nutrients*, 9(9), 962. <https://doi.org/10.3390/nu9090962>

22. Innocenzi, E., De Domenico, E., Ciccarone, F. et al. (2019). Paternal activation of CB2 cannabinoid receptor impairs placental and embryonic growth via an epigenetic mechanism. *Sci Rep*9, 17034. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53579-3>
23. Gálvez-del-Postigo-Ruiz, A. (2011). La complejidad de las relaciones de los microorganismos con organismos superiores. *Anales de RACVAO*, 24(1). https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/9372/RACVAO_24_05.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Apuntes de Biotecnología de Alimentos. Asignatura de 4º de Grado de Biotecnología.
25. Hofmann, M. (2020, 7 diciembre). *The Power of Nutrition (Part 4): Epigenetics*. PAN International. <https://pan-int.org/the-power-of-nutrition-part-4/>
26. Castro, M. et al. (2021). Epigenome-wide association study of COVID-19 severity with respiratory failure. *EBioMedicine*,66. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103339>
27. Baldó, D. (2020, 25 mayo). COVID, epigenética y estilo de vida. Plan D, Nutrición y Salud. <https://plandsalud.com/covid19-epigenetica-y-estilo-de-vida/>
28. La plataforma de análisis epigenético de Laboratorios Necenti determina la sintomatología que desarrollará una persona en caso de sufrir COVID-19. (2021, 5 febrero). Parc Científic de la Universitat de València. <https://news.pcuv.es/empresas-pcuv-necenti-determina-la-sintomatolog%C3%ADa-que-desarrollar%C3%A1-una-persona-en-caso-de-sufrir-covid-19>
29. SEPIE UV. (2019, 30 julio). *Presentació Projectes Natura*. [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Qwl7aBZkq5o&list=PLiPJN1xCP1sui52bcZOQTgrOyYMKobaQ>
30. *Projectes Natura. Planificació del Projecte*. (s. f.). Delegació per a la Incorporació a la Universitat. Universitat de València. <https://www.uv.es/uvweb/delegacio-incorporacio-UV/ca/cooperacio-segundaria/concursos/concurs-projectes-natura/planificacio-projecte-1286145073934.html>
31. Sesión Formativa ApS. (2021, 29 enero). [Sesión formativa]. Amparo Hurtado y Marta Talavera, online.