

PROJECTE NATURA



Curs
2020/2021

SALVEM L'ARBRE CENTENARI!
Las plantas al món digital

Aquest "Projecte Natura", basat en "Aprenentatge i servei" (ApS), sorgeix amb el propòsit de transmetre informació sobre la importància que tenen les plantes en el medi natural i la necessitat de la seva conservació, a través d'una eina interactiva digital: un videojoc. L'objectiu final consisteix a fer partícip a l'estudiant en la restauració d'un bosc després d'un incendi, en el qual una carrasca centenària ha sigut l'única supervivent. El joc narra una història basada en un fet real, en la qual l'estudiant avança través de diferents proves, al mateix temps que aprèn sobre diversitat, estratègies reproductives, cooperació amb insectes i resposta adaptativa a factors climàtics i enfront dels incendis, de la vegetació del bosc mediterrani (màquia). Entenent les limitacions a la cooperació entre nivells educatius per la pandèmia COVID-19 i mantenint estrictes normes de seguretat, en el disseny del videojoc s'estableixen fluxos d'aprenentatge col·laboratiu en els quals l'alumne d'UVEG treballa amb els alumnes de 4º de la E.S.O i el seu professor del col·legi de Carcaixent. Finalment, aquest joc es presenta de manera exitosa a 5º de E.P.

PROJECTE NATURA

SALVEM L'ARBRE CENTENARI!
LAS PLANTES AL MÓN DIGITAL

1. EQUIP PARTICIPANT

ÀREA TEMÀTICA:		
Títol del projecte:		
	Nom i Cognoms	
Alumne/a UVEG	Àlex Bautista Galiana	
Professor/a de la UVEG	Violeta Atienza Tamarit	
Professor/a de secundària	Pascual Hernández Cogollos	
Mestre/a de Primària	Salvador Beneyto Llopis	

ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS	Curs	Assignatura
Albelda Ginénez, Lucía	4º	Biologia i geologia
Chaveli Mico, Sandra	4º	Biologia i geologia
Durán Narvaez, Charles	4º	Biologia i geologia
Gumilla Iborra, Enric	4º	Biologia i geologia
López Juan, Diego	4º	Biologia i geologia
Nicolás Selma, Marcos	4º	Biologia i geologia

NOMBRE D'ALUMNES DE PRIMÀRIA QUE PODEN PARTICIPAR: el nombre és indeterminat pel fet que el producte final és digital.

CURS RECOMANAT: 5é – 6é d'educació primària.

PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO.

DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN: Departament de Botànica i Geologia.

2. OBJECTIUS

2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE

El projecte se situa dins del marc temàtic de la Botànica amb el propòsit educatiu d'incorporar continguts de Botànica no contemplats en etapes preuniversitàries.

Bloc temàtic de primària i de secundària:

- Educació primària: Ciències de la naturalesa, 5º E.P. “Bloc 3. Els éssers vius: Les plantes: L'estructura i fisiologia de les plantes. La fotosíntesi i la seva importància per a la vida en la Terra.”
- Educació secundària: Biologia i geologia, 4º E.S.O. “Bloc 6. Les persones i el medi ambient.”

2.2 CONCEPTE A TRANSMETRE

Idea principal:

La Botànica, com la resta de ciències naturals, es troba en una situació actual de disminució de la presència en els nivells educatius com educació primària o educació secundària i en el futur podria comportar riscos de desaparició (Crisci et al., 2020). Per aquest motiu, sembla ser rellevant intentar desenvolupar un projecte per a les noves generacions on **motivem l'interès i l'estudi de les plantes**. Per a això, és important saber com connectar amb alumnes pre-adolescents i adolescents per a cridar la seva atenció i implicar-los de manera que aprenguen, no sols informació nova, sinó la importància que té el que estan aprenent, en el nostre cas serà el fet d'adquirir els coneixements bàsics de les plantes (com viuen, com es perpetuen, com s'adapten al medi...) per a aconseguir entendre el seu paper en el medi natural.

L'eina que utilitzarem quedarà emmarcada dins de les Tecnologies de la Informació i Comunicació, és a dir, de les TIC. **L'ús de les TIC** és una bona manera de connectar precisament amb els alumnes ja que aquests es troben envoltats en el seu dia a dia d'aquestes tecnologies així com tenen fàcil accés a un dispositiu mòbil i a Internet. A més, a causa de la “nova normalitat” imposada per la pandèmia per COVID que estem vivint, resulta necessari l'ús de les tecnologies en l'àmbit educatiu i especialment en el procés de ensenyança aprenentatge. D'altra banda, també es farà ús de la tècnica de gamificació, que consisteix en l'ús de mecàniques de disseny de jocs en un context on no són on no són el recurs educatiu habitual, com és el cas del context de la classe (Borrás, 2015).

Tenint en compte tots dos punts, la idea tractarà de **l'elaboració juntament amb els alumnes de quart de la E.S.O d'un videojoc per als alumnes de cinquè de primària** per a transmetre la importància que tenen les plantes del nostre voltant i com és la seva vida (com s'alimenten, com s'adapten al clima mediterrani i als

incendis, cooperen amb insectes, com es reproduïxen) Consistirà en una aventura a través de la qual, al jugar al videojoc, els alumnes hauran de superar etapa rere etapa aplicant els coneixements sobre plantes amb els quals prèviament hauran tingut contacte gràcies a les explicacions dels alumnes de secundària i que els ajudarà a cimentar els conceptes tractats.

Perquè els alumnes de secundària siguin capaços de participar en l'elaboració d'aquesta eina digital hauran de convertir-se en experts en la matèria, i realitzar una **recerca d'informació guiada** però de manera autònoma, així com participar activament en una **sortida a camp i en una gimcana** per identificar les plantes més freqüents de la vegetació mediterrània al seu voltant, a més d'una sèrie de **pràctiques al laboratori** que els permetran experimentar els coneixements adquirits prèviament.

La temàtica del videojoc consistirà en **transmetre informació sobre la importància que tenen les plantes en el medi natural i la necessitat de la seva conservació**. En concret l'arc argumental del videojoc utilitzarà l'incendi que arrasa el bosc i condueix a la perduda de biodiversitat i modifica l'ecosistema per complet. Els personatges del videojoc avançaran sis etapes a la recerca de plantes amb les quals repoblar de nou el seu bosc destruït "salvant l'arbre centenari" de manera que pel camí aprendran sobre la variada i adaptada vegetació de la màquia mediterrània, així com conceptes sobre la reproducció, què és el pol·len, com es dispersen les llavors) com s'adapten les plantes al clima mediterrani, la importància de la fotosíntesi, els recursos que nos aporten...) i les accions humanes que les danyen, així com aquelles accions que podem prendre per a protegir-les i conservar-les.

Paraules clau: Botànica, Aps, ABP, gamificació, TIC, videojoc, divulgació científica.

2.3 OBJECTIUS

PRIMÀRIA:

Objectius didàctics:

- Aprendre conceptes nous mitjançant l'ús de les TIC's, en concret mitjançant la participació en un videojoc.
- Fomentar la intuïció científica.
- Aprendre a integrar diferents conceptes científics i aplicar-los en la resolució d'un problema.
- Fomentar la sensibilitat per la cura del nostre medi ambient.
- Fomentar l'interès per la ciència i pel medi ambient.

Objectius científics:

- Aprendre a reconèixer les plantes més característiques del bosc mediterrani.
- Aprendre què són les plantes aromàtiques i les seues aplicacions.
- Aprendre què és la fotosíntesi i on té lloc.
- Descobrir com s'adapten les plantes al clima mediterrani.
- Aprendre com es duu a terme la reproducció en les plantes.

- Conèixer l'acció humana en els nostres ecosistemes.

SECUNDÀRIA:

Objectius didàctics:

- Ampliar els coneixements en l'ús de les TIC's.
- Potenciar la creativitat per a ser capaç de transmetre conceptes bàsics de manera original.
- Aprendre a sintetitzar informació àmplia en unes poques idees.
- Aprendre a buscar informació i adquirir coneixements de manera autònoma.
- Aprendre a adaptar els coneixements apresos per a ser capaç de transmetre'ls a altres nivells educatius (educació primària) de manera adequada.
- Fomentar el treball en equip com a eina de resolució de problemes.
- Fomentar l'interès per la Botànica i la cura del medi ambient.

Objectius científics:

- Valorar el paper ecològic de les plantes i els fongs micorízics en l'ecosistema.
- Valorar la influència de l'ésser humà en el bosc mediterrani.
- Aprendre la importància de la fotosíntesi per a l'ecosistema.
- Conèixer les principals adaptacions ecofisiològiques de les plantes al clima mediterrani.
- Aprendre la importància dels processos de pol·linització i la dispersió de les llavors dins del cicle reproductiu de les plantes.
- Conèixer els principals exemples de plantes de la província biogeogràfica catalana-provençal-balear.
- Aprendre a utilitzar els instruments bàsics del laboratori (microscopi, lupa binocular...).
- Reconèixer l'existència de la biodiversitat vegetal que podem trobar quan anem al camp.

2.4. COMPETÈNCIES BàSIQUES

Les competències clau van ser extretes de RDL 1105/2014, de 26 de desembre:

- Comunicació lingüística.
- Competències socials i cíviques.
- Sentit d'iniciativa i esperit emprenedor.

- Consciència i expressions culturals.
- Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia.
- Competència digital.
- Aprendre a aprendre.

3. MATERIALS I METODOLOGIA

Podem diferenciar un bloc d'activitats preparatòries i un bloc d'activitats de desenvolupament del videojoc.

En el **bloc d'activitats preparatòries** els alumnes de secundària van fer un treball de cerca autònoma en el qual es van dividir els conceptes bàsics que després anaven a emprar en el videojoc, el producte principal, que va culminar en la realització d'una presentació PowerPoint per a la seua posterior exposició als alumnes de primària. A més, es va realitzar una sessió de pràctiques de laboratori en la Facultat de Ciències Biològiques de la Universitat de València i, d'altra banda, una eixida al camp a la Font de la Parra, Carcaixent, amb la finalitat de reforçar els conceptes treballats.

En el **bloc d'activitats de desenvolupament del videojoc** els alumnes de secundària van tindre una participació activa dissenyant les proves del videojoc i gravant les veus per als personatges.

3.1. CERCA D'INFORMACIÓ AUTÒNOMA I PREPARACIÓ D'UNA PRESENTACIÓ

Lloc: col·legi Ave Maria, Carcaixent

Materials:

- Dispositiu electrònic amb connexió a Internet.
- Programari per a elaborar una presentació per a una posterior exposició.

Metodologia:

Abans de poder començar a elaborar el producte final per a primària, els alumnes van realitzar una recerca d'informació relacionada amb els conceptes que anaven a treballar-se en el videojoc. Per a això, es va realitzar una guia amb blocs temàtics i preguntes de tal forma que per a contestar a les qüestions havien de buscar en la web informació necessària per a entendre-la i complementar la seua formació, amb el seu professor de Biologia (Taula 1). Després, cadascú es va encarregar de adaptar un bloc temàtic a una presentació PowerPoint per fer-se expert de la matèria per, posteriorment, traslladar els coneixements als companys de primària. Es van posar a la disponibilitat dels alumnes, unes activitats digitals d'autoavaluació creades amb el programa Ardora (Annex 1).

Taula 1. Guia per a la cerca de conceptes. Està formada per diferents qüestions distribuïdes en 5 blocs que els alumnes es van repartir a l'hora de treballar.

Bloc I. Reproducció en les angiospermes o plantes amb flor.

- Què és la pol·linització? Com es duu a terme?
- Quins són els verticils d'una flor? Quina funció tenen?
- Quines adaptacions tenen les flors per a atraure pol·linitzadors?
- Què són les plantes aromàtiques? Quins avantatges tenen en la pol·linització?

- Com es duu a terme la formació d'un fruit i d'una llavor?
- Quins són els diferents mecanismes de dispersió de les llavors?

Bloc II. Reproducció en les gimnospermes (espècie: Pi blanc, *Pinus halepensis* Miller)

- Quin tipus de pol·linització té el pi blanc?
- Com són els òrgans reproductors del pi blanc?
- Com es formen les llavors del pi blanc?
- Com es dispersen les llavors del pi blanc?

Bloc III. Adaptacions de les plantes al mediterrani.

- Quin són els principals problemes als quals han de fer front les plantes del mediterrani?
- Com fan front a l'estrès hídric a causa de les baixes precipitacions?
- Què és la vegetació escleròfil·la?
- Què són les plantes piròfiles? Quins exemples trobem en la nostra vegetació?

Bloc IV. La fotosíntesi i la seua importància.

- Què és la fotosíntesi? On es duu a terme?
- Quina importància té per a la resta d'éssers vius?

Bloc V. L'acció humana al ecosistema mediterrani.

- Com influeix l'ésser humà en els nostres ecosistemes?
- Quines espècies de plantes estan en perill de desaparèixer en el nostre entorn?
- A què denominem successió ecològica? Com van evolucionant els ecosistemes?
- Per què és important preservar la diversitat vegetal de la màquia mediterrània? Què ens aporta?
- Què podem fer per a cuidar el bosc mediterrani?

3.2. SESSIÓ DE LABORATORI

Lloc: laboratori de Botànica en la UVEG

3.2.1. Pràctica 1: "El món del pol·len"

Materials:

- | | |
|---|------------------------------------|
| - Flors fresques de diferents plantes | - Lupa binocular |
| - Llanceta | - Guió de pràctiques (Annex 2) |
| - Pinces | - Presentació PowerPoint (Annex 3) |
| - Comptagotes | - Ulleres protectores |
| - Portaobjectes | - Bata de laboratori |
| - Cobreobjectes | |
| - Glicerogelatina i fucsina bàsica al 10% | |
| - Microscopi amb ocular micromètric | |

Blocs treballats (veure Taula 1):

- Bloc I. Reproducció en les angiospermes o plantes amb flor.
- Bloc II. Reproducció en les gimnospermes (model: Pi blanc, *Pinus halepensis* Miller).

Metodologia:

La finalitat d'aquesta pràctica era estudiar les diferències entre els diferents tipus de flor y del pol·len segons la forma de pol·linització. Per a això prèviament es van explicar els conceptes bàsics relacionats amb la funció i estructura pol·len, la diferència entre les flors vistoses i les no vistoses i la dispersió del pol·len pel vent (anemofília) i pels animals (zoofília), mitjançant l'ús d'una presentació PowerPoint.

La pràctica consistia en l'obtenció directa de pol·len d'estams, la tinció d'aquest mitjançant glicerogelatina i fucsina bàsica al 10% i la posterior observació en el microscopi amb la finalitat d'obtindre la informació adequada per a deduir el tipus de pol·linització que presentava la planta. El protocol d'aquesta pràctica va ser adaptat de Alcober et al. (2011).

Es van utilitzar un total de 4 plantes diferents: *Pinus halepensis* Mill., *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf, *Asphodelus fistulosus* L. i *Sonchus tenerrimus* (L.) Schur. La primera és una gimnosperma i no presenta flors vistoses, per la qual cosa la pol·linització és anemòfila (Lu et al., 2011), es realitza pel vent, mentre que la segona presenta flors xicotetes i poc vistoses, a més d'unisexuals (Charlesworth, 1993), que no atrauen als insectes pel que la seua pol·linització també és anemòfila. Per contra, les dues segones presenten flors vistoses (Chwil i Weryszko-Chmielewska, 2009) i amb aroma (Farré-Armengol et al., 2015) que atrauen a insectes pel que la pol·linització d'aquestes plantes és zoòfila, és a dir, realitzada per animals que porten en pol·len de flor en flor (Fig. 1 A-D).

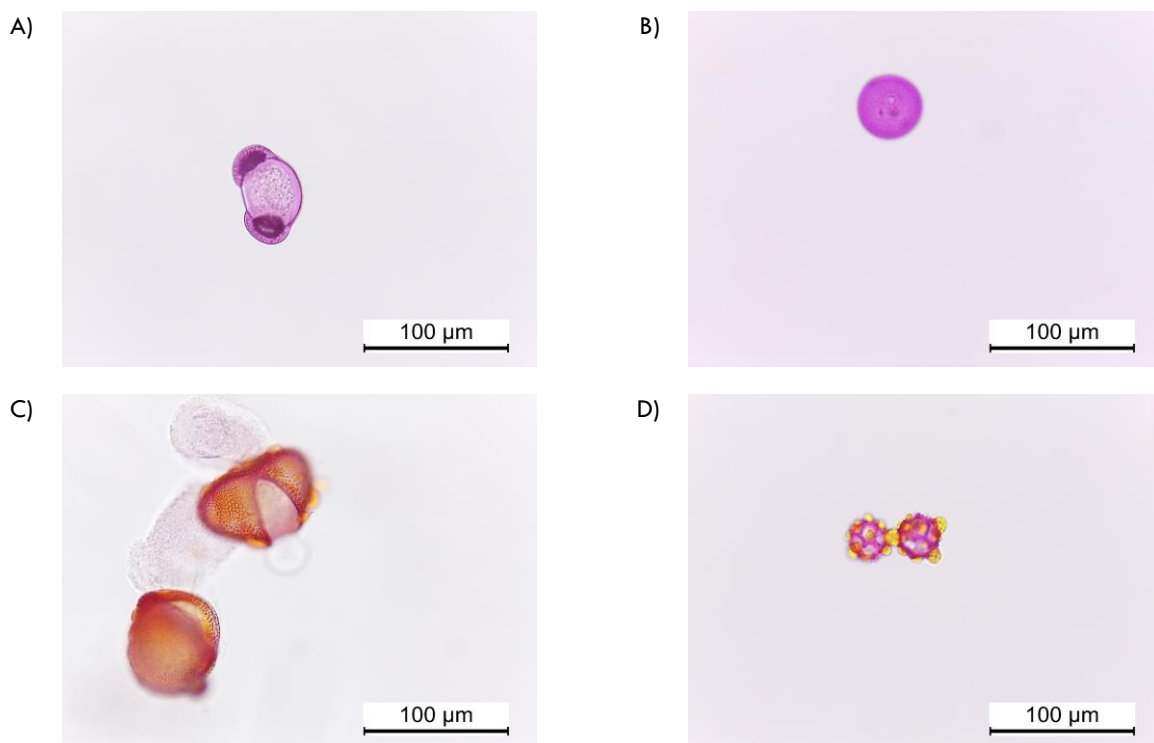


Figura 1. Mostres de pol·len fotografiades a partir del microscopi Leica amb càmera Digital Leica ICC50 HD pertanyents a les espècies que es van emprar per a la pràctica de laboratori amb els alumnes de secundària: (A) *Pinus halepensis* Mill., (B) *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf, (C) *Asphodelus fistulosus* L. i (D) *Sonchus tenerrimus* (L.) Schur. El pol·len A i B són de flors amb pol·linització anemòfila pel que estan adaptats a la dispersió pel vent: en el cas del pol·len A, presenta vesícules d'aire i, en el cas del pol·len B, no presenta ornamentació, és llis. El pol·len C i D són de flors amb pol·linització zoòfila pel que estan adaptades a la dispersió pels animals: presenten ornamentació i ciment pol·línic per a poder pegar-se als insectes.

Els alumnes, després de prendre la mostra de pol·len en un portaobjectes i realitzar la tinció, situaven la preparació en el microscopi i observaven els diferents aspectes morfològics del gra de pol·len (cobertura, elements, obertures...), així com la grandària d'aquest, i conclouien el tipus de pol·linització de la planta (Fig. 2).



Figura 2. Alumnes de 4º E.S.O. del col·legi Ave Maria observant les mostres de pol·len a microscopi òptic i completant la fitxa del seu guió de pràctiques.

3.2.2. Pràctica 2: “Com arriba el pol·len al primordi seminal?: la germinació del pol·len”

Materials:

- *Viburnum tinus* L.
- Pinces
- Plaques Petri amb mitjà de cultiu (Agar 0.3 g, Sacarosa 20 ml, Aigua destil·lada 25 ml i per a estimular la germinació s'afigen 5 ml de Mitjà de Brewbaker Kwack)
- Lupa binocular
- Presentació PowerPoint
- Guió de pràctiques
- Vídeo
- Ulleres protectores
- Bata de laboratori

Bloc treballat (veure Taula 1):

- Bloc I. Reproducció en les angiospermes o plantes amb flor.

Metodologia:

La finalitat d'aquesta pràctica és germinar grans de pol·len en una placa Petri amb mitjà de cultiu per a simular la germinació del pol·len en l'estigma del pistil de la flor amb la intenció d'entendre el procés pel qual es forma el tub pol·línic que permetrà la unió entre el gàmeta masculí i el femení en el procés de formació de la llavor (Calabrese i Agathokleous, 2021).

Per a explicar de millor forma com s'emporta aquest procés, es va posar un vídeo sobre la reproducció de les angiospermes o plantes amb flor (https://www.youtube.com/watch?v=0UEpq1W9C_E).

Els alumnes van haver de col·locar pol·len de *Viburnum tinus* L. sobre el mitjà de cultiu directament de l'antera dels estams madurs. Es va triar aquesta planta a causa de la germinació ràpida del seu pol·len. El mitjà de cultiu simulava les condicions adequades que ha de tindre el pol·len per a germinar en l'estigma. Després de dues hores de repòs, els alumnes van utilitzar la lupa binocular per a observar els tubs pol·línics que s'havien format a partir dels grans de pol·len que havien germinat. El protocol d'aquesta pràctica va ser adaptat de Alcober et al., 2011.

3.2.3. Pràctica 3: “Els estomes: les finestres dels vegetals”

Materials:

- Fulles de *Viburnum tinus* L.
- Laca transparent d'ungles
- Cinta adhesiva
- Portaobjectes
- Microscopi
- Lupa binocular
- Guió de pràctiques
- Ulleres protectores
- Bata

Blocs treballats (veure Taula 1):

- Bloc III. Adaptacions de les plantes al mediterrani.
- Bloc IV. La fotosíntesi i la seua importància.

Metodologia:

La finalitat de la pràctica era que els alumnes entengueren el concepte de la transpiració, la funció dels estomes de les fulles i les característiques del clima mediterrani i la seua influència sobre les plantes mediterrànies. Per a això es va realitzar una explicació teòrica mitjançant l'ús d'una presentació PowerPoint sobre aquests conceptes on es va posar l'atenció en l'intercanvi de gasos en la fotosíntesi (entrada de diòxid de carboni i eixida d'oxigen) i transpiració (eixida de l'aigua) a través dels estomes de les fulles, porus constituïts per parells de cèl·lules en l'epidermis de la fulla a través dels quals aquests gasos passen a l'interior d'aquesta o a l'exterior (Willmer i Fricker, 1996).

A més, es va relacionar la pèrdua d'aigua en les plantes amb les característiques del clima mediterrani: les elevades temperatures i les escasses precipitacions porten a una situació de sequera estival que deriva en dèficit hídric per a les plantes que han de desenvolupar una sèrie d'adaptacions per a evitar perdre aigua pels estomes (Valladares i Sánchez-Gómez, 2006). Després de l'explicació teòrica es va comentar aquesta sèrie d'adaptacions que posseïa la planta (pèls blancs, presència de ceras, fulla escleròfil·la...).

La pràctica en si va consistir en la visualització a microscopi dels estomes de *Viburnum tinus* L. per a cimentar aquests conceptes (Fig. 3). Per a això, els alumnes van aplicar laca d'ungles transparent al revés de les fulles, cara inferior de la fulla i zona on es concentra major nombre d'estomes. Després d'esperar que aquesta s'assecara, es va col·locar cinta adhesiva damunt i es va retirar, quedant pegada sobre la cinta l'epidermis del revés. Posteriorment es va col·locar en un portaobjectes i es va col·locar en el microscopi per a la seua observació.

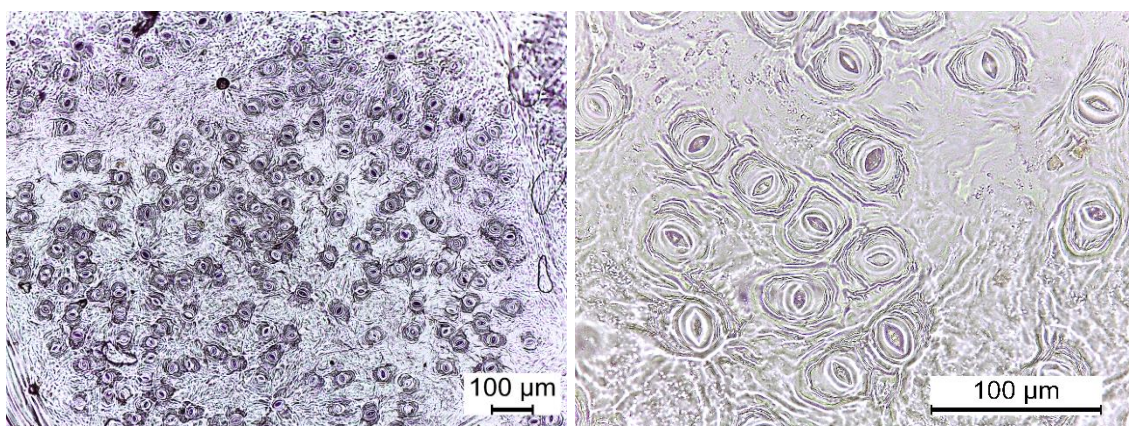


Figura 3. Fotografies de la mostra obtinguda a partir del revés d'una fulla de *Viburnum tinus* L. on s'observen els estomes a 100 i 400 augments, obtinguda del microscopi Leica amb càmera Digital Leica ICC50 HD

3.3. EIXIDA AI CAMP: "BUSCANT ELS TRESORS DEL BOSC MEDITERRANI"

Lloc: Font de la Parra, Carcaixent

Materials: Guia amb pistes i fulles de diverses plantes

Metodologia:

La finalitat de l'eixida al camp era familiaritzar-se amb la vegetació del Mediterrani, típica dels voltants de la zona dels alumnes de secundària. En concret, es va triar com a destí la Font de la Parra precisament perquè era una zona relativament pròxima, situat a menys de 10 km del col·legi Ave Maria.

Per a fer més dinàmica la visita es va realitzar una gimcana senzilla en la qual els alumnes havien de reconèixer pel camp 10 plantes prèviament seleccionades típiques de la zona i per a això comptaven amb una guia on cada planta tenia associada una pista i una imatge de la forma de la fulla (Annex 4). Es van dividir per parelles de tal forma que durant el recorregut, la primera parella d'alumnes que identificara correctament la planta rebia un premi, que en aquest cas era un dolç (Fig. 4).

S'aprofitava cada planta trobada per a treballar algun dels conceptes teòrics que s'havien preparat els alumnes als blocs d'activitats preparatòries i que s'anava a utilitzar per a la realització del videojoc (Taula 2).

Taula 2. Espècies de plantes que es van observar en l'eixida al camp al costat dels conceptes que es van aprofitar per a explicar in situ.

Planta	Concepte que s'explicava / repasava
<i>Pinus halepensis</i> Mill. (Pi blanc)	Reproducció de les plantes gimnospermes: - Pol·linització anemòfila. - Els cons masculins i femenins (les pinyes). - La formació de les llavors del pi (pinyons).
<i>Cistus albidus</i> L. (Estepa blanca)	Adaptació de les plantes al clima mediterrani: - Presència de pèls blancs. - Les plantes germinadores. Reproducció de les plantes angiospermes: - Pol·linització zoòfila. - La flor. - Les càpsules (fruits) i les llavors de l'estepa blanca. - La dispersió zoocora de les llavors.
<i>Quercus coccifera</i> L. (Coscoll)	Adaptació de les plantes al clima mediterrani: - Fulles endurides escleròfil·les i presència de ceres.

<i>Chamaerops humilis</i> L.	Adaptació de les plantes al clima mediterrani:
(Margalló)	- Les plantes rebrotadores.
<i>Salvia rosmarinus</i> (L.) Schleid.	Adaptació de les plantes al clima mediterrani:
(Romer)	- La funció de l'aroma en les flors i les fulles.
<i>Ulex parviflorus</i> L.	Adaptació de les plantes al clima mediterrani:
(Aliaga)	- La reducció de les fulles a espines.
Altres plantes vistes durant l'eixida al camp:	
<i>Smilax aspera</i> L. (Arítjol)	
<i>Pistacia lentiscus</i> L. (Lentiscle)	
<i>Arbutus unedo</i> L. (Arbog)	
<i>Viburnum tinus</i> L. (Marfull)	



Figura 4. Alumnes de 4 de la E.S.O. amb la guia de pistes i forma de les fulles per a identificar les diferents plantes seleccionades durant l'eixida a la Font de la Parra.

3.4. DESENVOLUPAMENT DEL VIDEOJOC “SALVEM A L'ARBRE CENTENARI!”

Materials:

- Programa “Genially”
- Fotografies preses en el camp
- Dibuixos digitals

Metodologia:

Una vegada finalitzat el bloc d'activitats preparatòries, els alumnes van participar en la construcció del videojoc com a producte final per a primària mitjançant la gravació de la veu dels personatges, el disseny de les proves, la recerca d'imatges...

L'argument del videojoc era que els personatges, Erica i Tilo (Fig. 5), havien de superar diferents etapes en les quals anaven recorrent el bosc a la recerca de plantes i llavors per a repoblar la zona on vivia l'arbre centenari després d'un incendi que acabava d'ocórrer, fent al·lusió al incendi de Carcaixent de 2016 amb la finalitat d'empatitzar amb els estudiants (Generalitat Valenciana, 2016). L'objectiu del videojoc va ser crear consciència sobre l'acció humana en els nostres ecosistemes i, en concret, com afecta a les plantes. Durant el recorregut, l'alumne anava aprenent la diferent diversitat vegetal del mediterrani, en concret, es van seleccionar plantes que es podien trobar a la Font de la Parra (Carcaixent), com a reflex de la biodiversitat que es podia trobar prop de casa. En cada etapa s'aprofitava per a introduir algun concepte senzill que els alumnes d'educació secundària havien treballat durant el bloc d'activitats preparatòries.

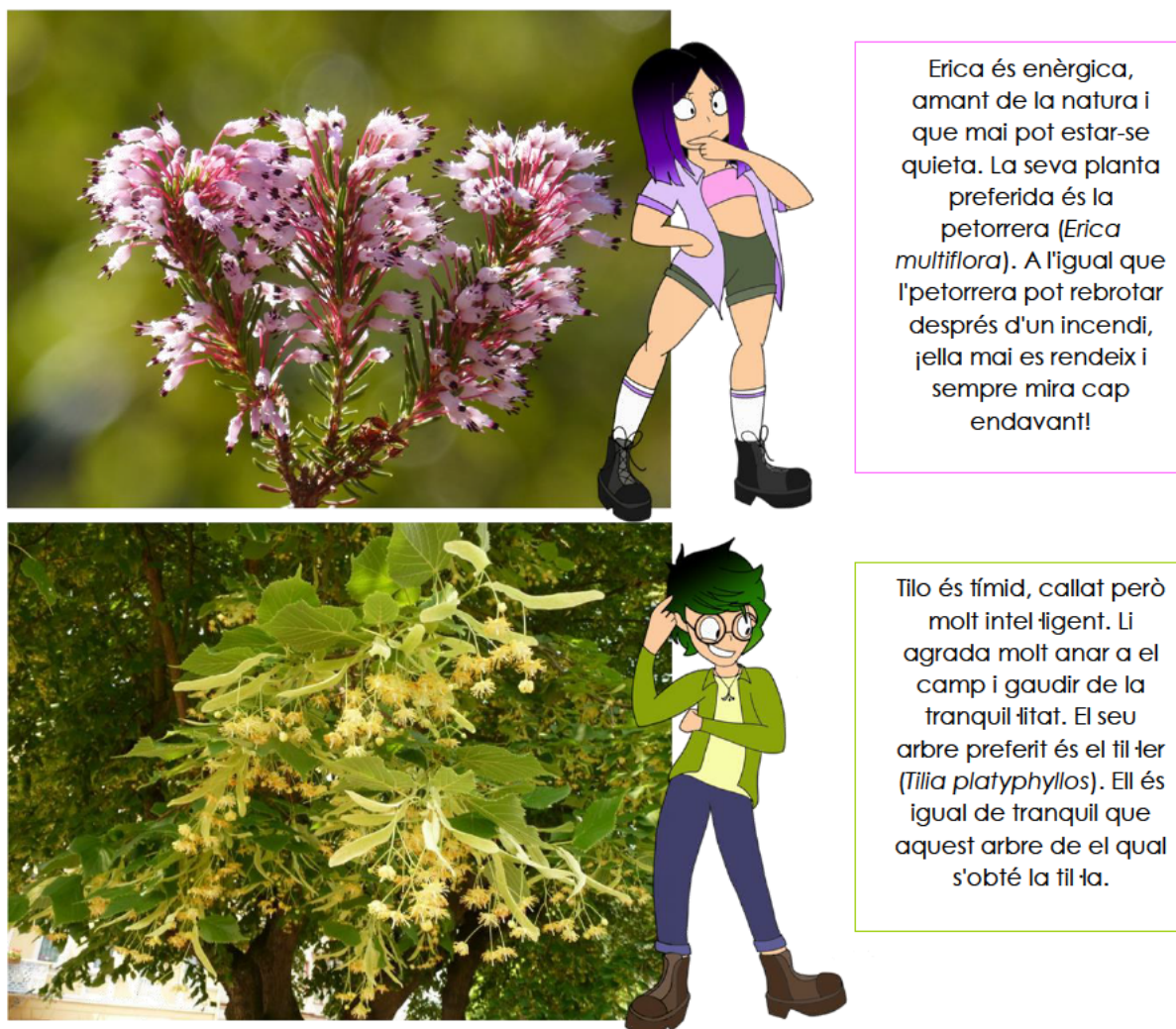


Figura 5. Personatges del videojoc. A dalt es troba Erica, basada en l'arbust *Erica multiflora*, i a baix es troba Tilo, basat en l'arbre *Tilia platyphyllos*.

El videojoc es planteja com una espècie de *scape room* on per a passar d'una pantalla a una altra s'han d'utilitzar les pistes presents en la pantalla en el moment i realitzar de manera correcta la prova proposada o contestar adequadament alguna qüestió. Durant el videojoc, l'alumne o participant tenia a la seva disposició una sèrie d'elements en forma d'icona que aportaven informació o permetien avançar en el joc, així com accés a una pantalla amb els controls bàsics del videojoc en cas de necessitar ajudar amb aquests (Fig. 6). A més, algunes proves requerien de manualitats pel que es va posar a la seva disposició una bossa amb material bàsic (Fig. 7). A continuació s'exposen les diferents etapes.

Els alumnes de secundària van participar en la locució de videojoc seguint el guió (Annex 5) i en el disseny de les proves i recerca d'imatges. L'accés al videojoc i a les diapositives del mateix, es troben al Annex 6 i 7, respectivament.

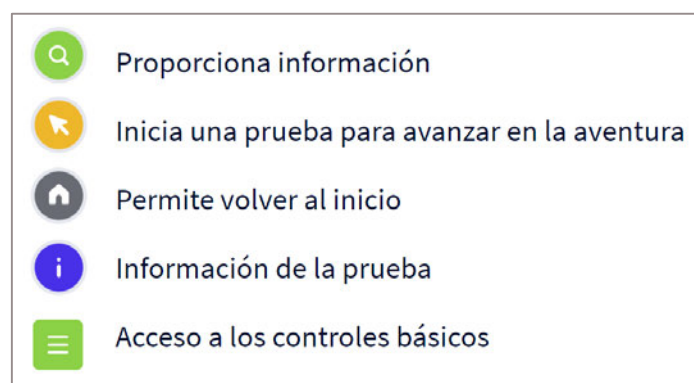


Figura 6. Icones amb diferents funcions que apareixen durant el desenvolupament de l'aventura en el videojoc.



Figura 7. Material disponible per a diferents activitats del videojoc. La bossa inclou: un full de paper reutilitzat, un clip, una tira de velcro, un full de paper groc de seda, una cartolina xicoteta, un rotllo de cartó, una etiqueta i un sobre que conté una planta aromàtica incògnit.

3.4.1. Etapa 0. Introducció.

En aquesta part es va realitzar una introducció sobre la diversitat de la vegetació mediterrània i sobre com les condicions del nostre clima han fet que les plantes desenvolupen adaptacions diferents. A més es van presentar als personatges, Erica i Tilo. Durant aquesta etapa es planteja la problemàtica del videojoc: un incendi ha arrasat el bosc proper del poble dels personatges i sols ha sobreviscut una carrasca centenària. Erica i Tilo deuran començar una aventura en busca de llavors i plantes per repoblar la diversitat perduda.

Però primer deuen informar-se de com és la vida de les plantes, fent al·lusió al treball de recerca que van tindre que fer els alumnes de secundària. Per això, el videojoc els porta a la biblioteca on troben la informació que busquen i un mapa amb una guia per a seguir i aplegar fins la carrasca centenària.

En aquesta etapa inicial que serveix d'introducció de la dinàmica del videojoc es va incloure un vídeo de la fotosíntesi (Annex 8), realitzat pels alumnes de 4º d'E.S.O, d'un experiment que van realitzar al laboratori del col·legi, a més d'un joc complementari (Fig. 8). El vídeo consistia en un experiment que van realitzar en el laboratori del col·legi que demostrava el procés de la fotosíntesi, procés d'oxidació-reducció en el qual l'oxidació de l'aigua i la reducció de diòxid de carboni condueix a la síntesi d'hidrats de carboni (Bhatla i Lal, 2018).



Figura 8. Pantalla després de visualitzar el vídeo que donava accés a la primera etapa de l'aventura o et permetia accedir a uns mots encreuats complementaris i externs (<https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8858994-fotosintesi.html>) realitzat pel professor de secundària, Pascual Hernández.

3.4.2. Etapa 1. Les plantes rebrotadores.

La prova d'aquesta etapa va consistir a raonar què eren les plantes rebrotadores i què posseïen òrgans subterranis a partir dels quals es produïa el rebrot de la planta quan les condicions eren de nou favorables (Clarke et al., 2012). En concret, els alumnes havien d'arrossegar una flama que simulava un incendi fins a la planta que no sobreviuria al foc degut precisament al fet que no posseïa òrgans subterranis (Fig. 9).

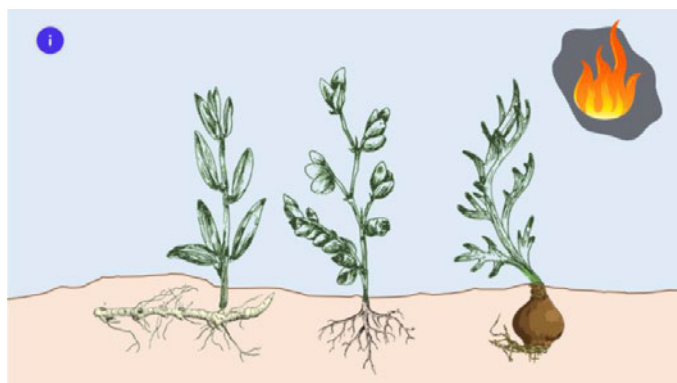


Figura 9. Prova de les plantes rebrotadores.

Aprofitant que s'havia començat a parlar dels incendis, un fenomen que succeeix en llocs amb clima mediterrani, es va utilitzar aquesta etapa per a comentar les característiques d'aquest clima i de com afecta a les plantes que viuen en el bosc mediterrani. Aquesta prova del videojoc va consistir a relacionar diferents adaptacions morfològiques al clima mediterrani amb la planta corresponent que la presentava (Fig. 10).



Figura 10. Prova de les adaptacions del les plantes a les condicions del clima mediterrani.

3.4.3. Etapa 2. L'estepa blanca.

En aquesta etapa, els alumnes havien de superar una prova relacionada amb la flor i les llavors de l'estepa blanca, *Cistus albidus* L. (Crang et al., 2019). L'objectiu de la prova era que els alumnes foren capaços de relacionar les parts bàsiques de la planta a un model que simula ser la flor de l'estepa blanca i després foren capaces de contestar una sèrie de preguntes relacionades amb aquestes (Fig. 11).

D'altra banda es va voler destacar la funció de les formigues en la dispersió de les llavors (mirmecòria) de l'estepa blanca (Leal et al., 2015). La seva prova associada va consistir en resoldre un puzzle per a completar el recorregut d'una formiga carregada amb una llavor fins al seu formiguer (Fig. 12).

3.4.4. Etapa 3. El freixe

Després de veure la dispersió de les llavors mitjançant l'acció dels animals, en aquesta etapa es volia transmetre el concepte de que els fruits i les llavors també es dispersen mitjançant el vent (anemocòria) (Yilmaz i Tonguç, 2009).

Es va utilitzar com a model el cas del freixe de flor i el seu fruit, la sàmara, que presenta una estructura alada que facilita la seva dispersió. La prova al videojoc era realitzar una manualitat que consistia en la construcció amb paper d'un objecte que simulava ser una sàmara perquè els alumnes descobriren per sí mateix el tipus de dispersió que té aquest fruit. Es va facilitar una sèrie d'instruccions i es va disposar del material per a la realització de la manualitat (Fig. 13).

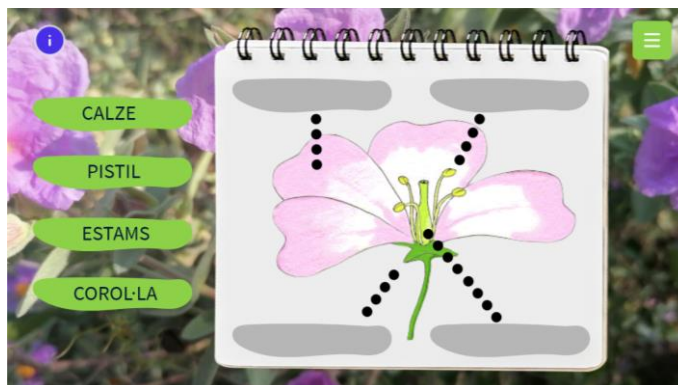


Figura 11. Prova d'unir els noms amb les parts de la flor.

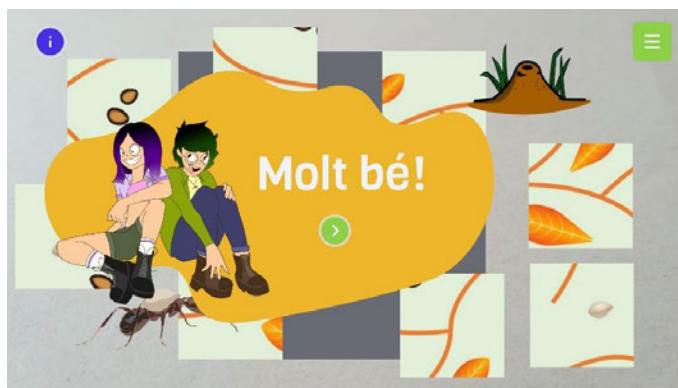


Figura 12. Prova d'unir les peces del puzzle per completar el recorregut de la formiga al formiguer.

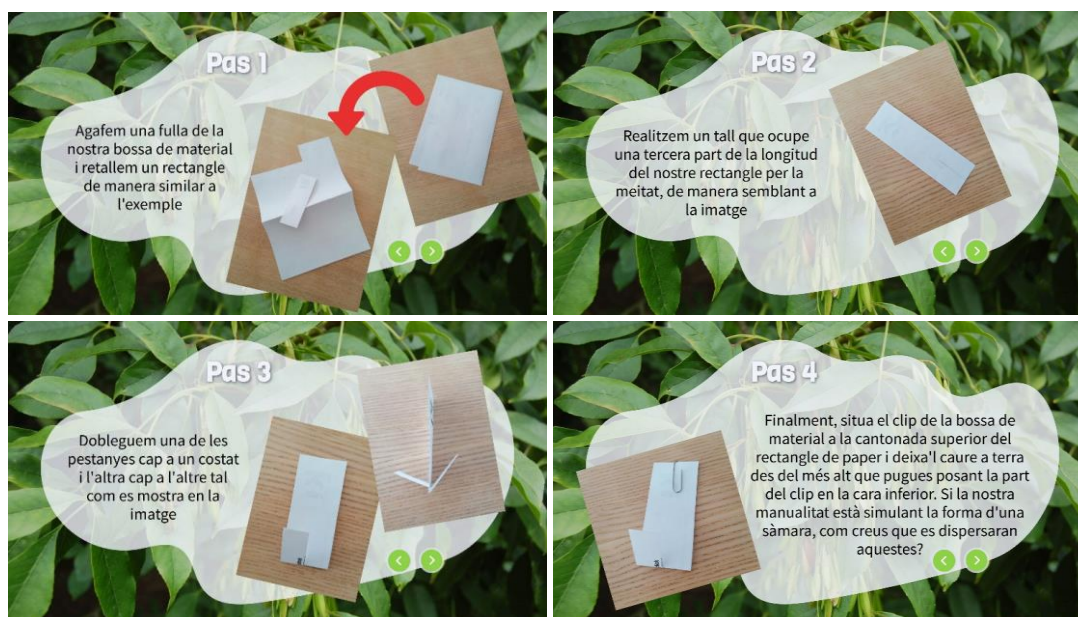


Figura 13. Instruccions per la construcció de la sàmara.

3.4.5. Etapa 4. El pi blanc.

En aquesta etapa, els alumnes havien de superar una prova relacionada amb la reproducció del pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.). La prova del joc consistia en el fet que els alumnes havien de preparar, en un laboratori virtual (Fig. 14), unes mostres de pol·len de pi per a veure a microscopi de tal forma que quan ho muntaven eixien imatges del pol·len que van visualitzar els alumnes de secundària quan van fer la pràctica de laboratori en la Facultat de Ciències Biològiques.



Figura 14. Prova del laboratori virtual.

La idea que volia transmetre aquesta etapa era que el pol·len de pi arribava per l'acció del vent, ajudat per les seues vesícules de gas, als cons femenins o pinyes i en unir-se les seues cèl·lules reproductores amb les dels òvuls, d'aquests es formaven les llavors o pinyons (Lu et al., 2011; Melzer et al., 2010).

3.4.6. Etapa 5. Les plantes aromàtiques.

En aquesta etapa, els alumnes havien de superar dues proves relacionades amb la funció de l'aroma de les plantes aromàtiques depenen de la part on es trobe (Christaki et al., 2012): en les fulles, els olis essencials tenen funció de defensa química mentre que en les flors, tenen rellevància en la pol·linització, als insectes.

En la primera prova, relativa a l'aroma en les flors, els alumnes havien d'elaborar una manualitat que consistia en la construcció d'una abella que simulava que s'acostava a una flor atreta per recompenses com l'olor i l'aroma i quedara enganxat el pol·len en el cos (Fig. 15). La primera prova volia destacar el paper dels pol·linitzadors, com les abelles en el cas del romer (Torné-Noguera et al., 2016), en la reproducció de les plantes amb flor i els reclams que tenen aquestes per atraure'ls.



Figura 15. Instruccions per a la construcció de l'abella.

D'altra banda, en la prova relativa a l'aroma de les fulles, els alumnes aprenien que l'oli essencial del romer prové d'unes glàndules de l'epidermis de les fulles. La prova consistia a triar la glàndula que contenia la resposta correcta a la pregunta que es realitzava en el moment relativa a alguna de les plantes aromàtiques

més comunes del mediterrani (*Lavandula stoechas* Lam., *Thymus piperella* L., *Thymus vulgaris* L...) (Fig. 16). Després d'això, havien d'identificar l'olor d'una planta aromàtica que es trobava en la bossa de material (Fig. 17).

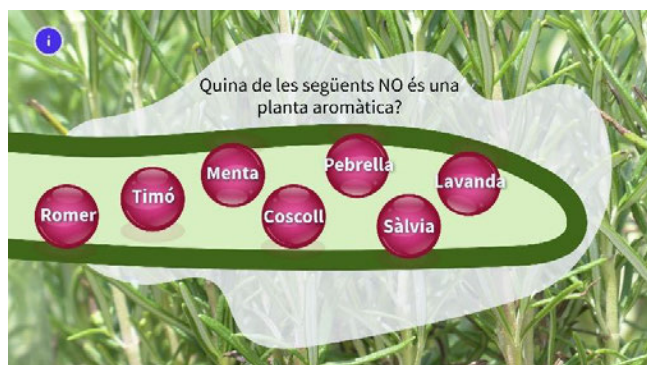


Figura 16. Prova de l'aroma a les fulles.



Figura 17. Pas en la construcció del sac de planta aromàtica que els alumnes devien d'esbrinar per l'olor.

3.4.7. Etapa 6. El desenllaç.

Després de superar totes les etapes, els personatges arriben a l'escenari on sol ha sobreviscut l'arbre centenari, una carrasca (*Quercus ilex* L. subsp. *rotundifolia*), gràcies a la presència d'una escorça gruixuda que protegeix el càmbium del foc, present en altres espècies del mateix gènere (Burrows i Chisnall, 2015).

Es va voler recalcar la importància de l'impacte humà en l'ecosistema mitjançant una prova perquè els alumnes diferenciaren les accions negatives de les positives (Fig. 18). Després de la prova, els alumnes havien de disseminar al voltant de l'arbre centenari les llavors que havien recol·lectat al llarg de les proves (Fig. 19).



Figura 18. Prova d'identificar les accions humanes negatives



Figura 19. Prova de disseminar les llavors recol·lectades.

Després de la disseminació de llavors, els personatges, Erica i Tilo, acaben l'aventura i tornaran al lloc anys després. Quan ho fan, l'ecosistema ja ha començat a recuperar-se i la biodiversitat havia tornat al bosc. En aquest punt s'aprofita per parlar de les micorrizes, els fong que viuen en simbiosi amb les arrels dels arbres i es troben formant una xarxa (internet del bosc) que connecta a les plantes entre elles per les mateixes arrels (Alguacil et al., 2016; Pellegrino et al., 2010). La prova per representar-les va consistir en resoldre un laberint que connectava el fong micorizic amb les arrels de l'arbre centenari (Fig. 20). Després d'aquesta prova i després de contestar unes qüestions en relació a aquests fongs, el joc finalitza recalcant el paper de les plantes en els nostres ecosistemes i com d'important és cuidar-les.

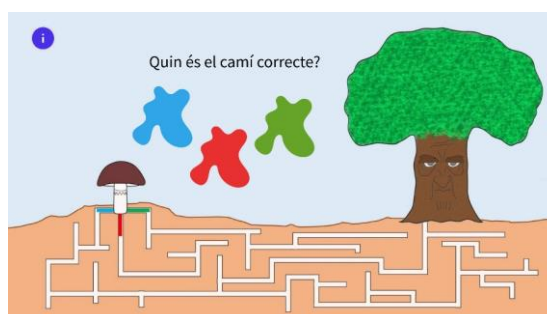


Figura 20. Prova del laberint.

3.5. PRESENTACIÓ DEL VIDEOJOC

Lloc: Col·legi Ave Maria, Carcaixent

Materials: Dispositiu electrònic amb accés a Internet, enllaç al videojoc i bossa amb materials per a les manualitats.

Metodologia:

Després de la seua construcció, el dia 10 de Maig es va presentar el producte final, és a dir, el videojoc, als estudiants de 5é d'educació primària. Perquè els alumnes de primària tingueren una base prèvia, els estudiants de 4º E.S.O els van explicar els conceptes treballats que havien après durant la realització del projecte aplicant el mètode del trencaclosques o *jigsaw* (Mendoza et al., 2005). Mitjançant aquest mètode, els alumnes de primària es repartien en grups i cada integrant del mateix es feia expert en la matèria d'alguna de les temàtiques que s'anaven a incloure en el videojoc per a després explicar-li-les a la resta de companys del grup, fomentant el treball en equip aprofitant els grups bambolla i respectant les mesures per COVID-19.



Figura 21. Alumne de 5é E.P. jugant al videojoc.

Durant la presentació del videojoc, cada estudiant de l'aula de primària tenia accés a un dispositiu electrònic (Tauleta, ordinador...) amb accés a Internet i al videojoc (Fig. 21), així com una bossa de material per a les manualitats. Es va habilitar el gimnàs com a lloc per al desenvolupament del producte per a no incomplir les mesures restrictives de distanciament social i, durant aproximadament dues hores, els alumnes van jugar al videojoc, assistits per l'ajuda dels estudiants de secundària que van actuar com a monitors per a resoldre els dubtes tècnics i de contingut que pogueren sorgir.

4. DESCRIPCIÓ DETALLADA - DISTRIBUCIÓ CRONOLÒGICA

	Data	Informació
Novembre	07/20	Reunió inicial amb la tutora
Desembre	02/20	Reunió virtual de benvinguda "Projectes Natura"
	21/20	Primera reunió en la UVEG en Burjassot amb la tutora i el professor de 4º E.S.O per a començar a planificar el projecte
	21/20 – 24/20	Elaboració del contingut que s'anava a treballar en el projecte i de la idea inicial
Gener	08/21	Primera visita al col·legi "Ave Maria" amb els estudiants de 4º E.S.O i presentació del projecte
Febrer	8/21 – 21/21	Disseny dels personatges del videojoc
		Recerca de informació dels estudiants de 4º ESO tutoritzats pel seu professor Pascual Hernández
		Preparació amb el programa Ardora de jocs d'autoavaluació per als estudiants de 4º E.S.O
	24/21	Reunió amb la tutora per a debatre aspectes del projecte

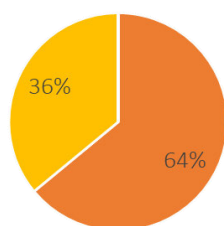
	24/21 – 28/21	Preparació del guió de la sessió de laboratori per l'alumne del TFG.
Març	02/21	Preparació de la pràctica de laboratori en la UVEG (Burjassot) amb la tutora
	05/21	Realització de la sessió de laboratori en la UVEG (Burjassot) amb els alumnes de 4º E.S.O
	24/21	Visita al col·legi “Ave Maria” per a planificar el treball de construcció del videojoc
	26/21	Eixida a la “Font de la Parra” amb els alumnes de 4º E.S.O, el seu professor i la tutora acadèmica
Abril	01/21 – 30/21	Treball en la construcció del videojoc coordinat amb els alumnes de secundària
Maig	10/21	Presentació del videojoc als alumnes de 5º de E.P al col·legi “Ave Maria”.

5. CONCLUSIONS

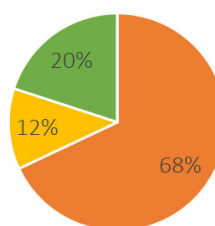
Després de la presentació del projecte es va realitzar una enquesta, format escala Likert (Allen i Seaman, 2007), tant als alumnes de 5º E.P com als alumnes de 4º E.S.O per a valorar com s'havia desenvolupat el projecte (Fig. 21).

El projecte, a grans trets, va ser ben rebut pels alumnes de primària perquè totes les qualificacions van ser altes (en les Fig. 22 i 23 es pot observar la varietat de resposta per a cada qüestió). Tant per la part que van treballar juntament amb els alumnes de secundària com per la seva participació en el videojoc, l'enquesta ens mostra que els alumnes de primària estan d'acord que aplicar les noves tecnologies i aprendre mitjançant projectes (ABP) pot ser fins i tot més profitós que el mètode d'aprenentatge tradicional. El punt més feble, segons l'enquesta, va ser l'interès que va despertar en els estudiants la participació en el projecte, probablement pel fet que el projecte en primària no va anar prou llarg per a un bon desenvolupament de l'esperit científic.

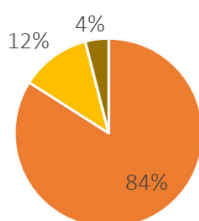
He aprendido algo nuevo gracias al proyecto



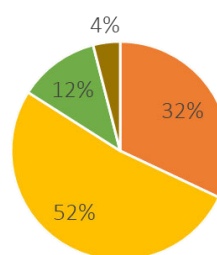
Utilizar herramientas digitales es muy útil para aprender cosas nuevas



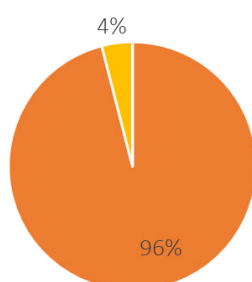
Aprender con proyectos de este estilo me aporta más que aprender de la forma tradicional



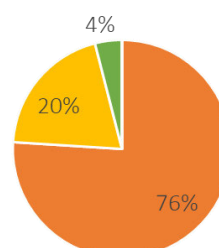
El proyecto ha despertado en mí interés en la ciencia



Me ha gustado participar en este proyecto



Participaría de nuevo en un proyecto similar



Leyenda

■ Totalmente de acuerdo
■ De acuerdo
■ Ni acuerdo ni en desacuerdo

■ En desacuerdo
■ Totalmente en desacuerdo

Figura 22. Gràfics que mostren el resultat de les diferents qüestions de l'enquesta als estudiants de 5é E.P.

D'altra banda, dins de l'enquesta es va incloure una pregunta de resposta oberta: "Què milloraries del projecte?". Després d'analitzar les respostes, aquestes es van agrupar segons la temàtica de la qual tractaven. Com a mostra la Fig. 23, més d'un terç dels alumnes va comentar que aquesta satisfet amb el projecte i no milloraria res. Al voltant d'un 20% va dir que milloraria la qualitat dels àudios. Un altre 20% va fer crítiques sobre les manualitats ja que l'opinió estava dividida entre afegir més manualitats o reduir-les. D'altra banda, al voltant d'un 12% va realitzar crítiques d'altres problemes tècnics variats, com fallades de la xarxa que portaven al fet que el joc es reiniciara. Finalment, el percentatge restant d'alumnes va fer comentaris variats com el poder treballar en equip per a resoldre el videojoc, la qual cosa no es va poder realitzar a causa de les mesures per COVID-19.

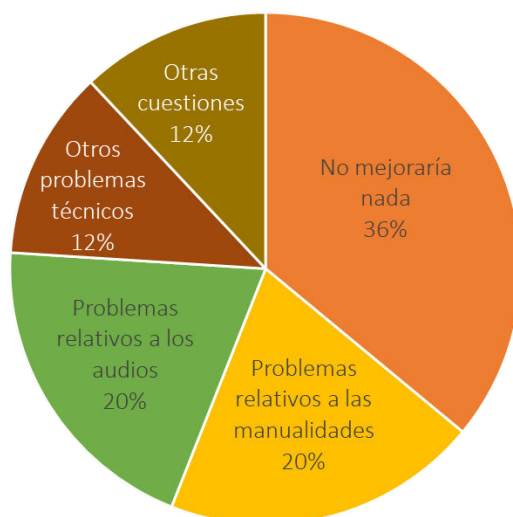


Figura 23. Gràfic que mostra les opinions sobre la millora del projecte segons 5º E.P.

Els alumnes de 4º E.S.O també van emplenar una enquesta, en aquest cas més completa perquè diferenciava els objectius didàctics dels científics (Taula 3). Pels resultats, sembla que el projecte va agradar als estudiants i va ser bastant profitós per a la seua formació pel que podem concloure que s'han aconseguit els objectius marcats. A més es va realitzar dues preguntes de resposta oberta. La primera, "Què milloraries del projecte?", el 100% dels estudiants va contestar que no modificaria res, la qual cosa fa pensar que el projecte es va desenvolupar de manera correcta. Finalment, quant a la segona qüestió, "Quina activitat ha sigut la que més t'ha agradat?", la meitat dels alumnes van afirmar que l'eixida al camp mentre que l'altra meitat es va decantar més per la presentació del producte a primària, ja que els va agradar molt actuar de monitors i ajudar als estudiants de 5é E.P.

Taula 3. La moda de les qüestions que es van plantejar als estudiants de secundària.

Qüestió	Moda
Objectius didàctics	
1. He après una cosa nova gràcies al projecte	5 – Totalment d'acord
2. He ampliat els meus coneixements en l'àmbit de la botànica	4 – D'acord
3. Utilitzar eines digitals és molt útil per a aprendre coses noves	4 – D'acord
4. Aprendre amb projectes d'aquest estil m'aporta més que aprendre de la forma tradicional	4 – D'acord
5. El projecte ha despertat en mi interès en la ciència i en la botànica	4 – D'acord

Objectius científics

6. He après a valorar els nostres ecosistemes	4 – D'acord
7. He après la importància de les plantes en els nostres boscos	4 – D'acord
8. He après a reconèixer alguna de les plantes més conegudes del nostre entorn	4 – D'acord
9. He après sobre aspectes que emboliquen la vida de les plantes (reproducció, nutrició, adaptacions al medi natural...)	5 – Totalment d'acord.

Valoració general

10. M'ha agradat participar en aquest projecte	5 – Totalment d'acord
11. Participaria de nou en un projecte similar	5 – Totalment d'acord

Finalment, se li va a demanar al professor de secundària, Pascual Hernández que realitzara una reflexió sobre el projecte:

La realització d'un Projecte Natura basat en l'aprenentatge i Servei cal dir que sempre es molt motivant, no només per a l'alumnat sinó també per a nosaltres els professors. És una manera d'eixir d'eixa tant nombrada "zona de confort" i exposar-te a nous reptes i noves formes d'aprenentatge que sempre són molt positives per a l'adquisició de les competències claus de l'alumnat.

Aquest any tocava realitzar un projecte en els que els alumnes tenien que treballar de manera online. En aquesta època que ens toca viure cal canviar i adaptar-se a les noves circumstàncies. Em plantejaren la possibilitat de realitzar un videojoc en els que els alumnes de cinquè tenien que superar una sèrie de proves relacionades amb la botànica.

La forma de plantejar-ho era difícil inicialment, pel què decidirem preparar unes presentacions amb els continguts que havíem decidit que els alumnes de cinquè tenien que aconseguir per tal de superar les proves proposades al videojoc. Els alumnes de 4t d'ESO juntament amb el seu professor de biologia ens posàrem a preparar eixos continguts que havíem consensuat la professora de la Universitat de València, l'alumne del TFG i el professor de Biologia d'ESO del Col·legi Ave Maria.

Quan els vaig proposar als alumnes d'ESO d'elaborar les presentacions per als alumnes de cinquè de primària van estar encantats. Cada grupet d'alumnes de 4t d'ESO va desenvolupar uns continguts i juntament amb l'alumne del TFG i el professor de biologia realitzaren les presentacions. Utilitzarem la plataforma Genially per a fer que les presentacions foren més atractives i d'aquesta manera aconseguir que fora més senzill per a l'alumnat de primària.

Realitzarem reunions de coordinació en les que estàvem l'alumne del TFG, el mestre de Ciències Naturals de cinquè de primària i el professor de Biologia d'Educació Secundària. En aquestes reunions

elaborarem quina anava a ser la estratègia per a que els alumnes de cinquè de primària treballaren els continguts. Aprofitarem el fet que els alumnes en cinquè estaven ubicats a classe per grups i férem que un alumne de cada grup fora expert en un dels sis continguts que havíem preparat. D'aquesta manera tots els grups tenien un expert que havia treballat els continguts elegits. Després realitzarem reunions d'experts de primària amb els experts de secundària per tal d'assolir els continguts i aclarir els possibles dubtes que podien haver. Posteriorment, l'expert de cada grup de cinquè de Primària transmetia la informació als companys dels seu grup a la classe. Utilitzant aquesta activitat aconseguirem que tots els alumnes (de primària i de secundària) foren protagonistes i tingueren la responsabilitat de proporcionar els continguts a la resta de companys.

El resultat ha sigut molt positiu, el grau d'implicació dels alumnes de primària i de secundària ha sigut magnífic. La implicació del professor de primària ha sigut sempre molt positiva facilitant absolutament qualsevol qüestió que li proposàvem.

La coordinació amb la Professora de Botànica de la Facultat de Biologia ha sigut també molt fructífera. Hem aconseguit treballar de manera coordinada i poder realitzar el projecte d'una manera molt eficaç.

El treball de l'alumne del TFG ha sigut molt positiva. L'alumne en tot moment ha estat disposat a ajudar als alumnes de 4t d'ESO a preparar els continguts i a que aquests continguts foren assequibles per als alumnes de primària. El producte final que ha elaborat és molt brillant. Ha realitzat un videojoc que ha sigut atractiu, ha tingut una bona trama i a contat en les veus dels alumnes de 4t d'ESO. L'elaboració d'aquest tipus de producte és molt difícil i requereix un treball molt intens per tal d'aconseguir que tot funcione a la perfecció. El producte final estava totalment adaptat als continguts treballats, era atractiu per a l'alumnat de cinquè i crec que els alumnes han après molt i s'han divertit.

En general crec que ha sigut un Projecte fantàstic en el tots hem après alguna cosa i que he demostrat que podem ensenyar ciències de formes molt diferents.

Pascual Hernández.

6. VALORACIÓ DEL PROJECTE I EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE

Valoració de l'alumne UVEG, Àlex Bautista Galiana.

En la meua opinió crítica, el projecte ha tingut els seus clars i obscurs. Debut a la meua intenció d'enfocar la meua formació al món de la divulgació i l'educació, no vaig dubtar a l'hora d'elegir aquesta modalitat de treball. Opine que un Aps correctament desenvolupat es una gran oportunitat d'aprendre i ampliar coneixements i tècniques. No obstant, crec que en aquest ha hagut alguns punts que han restat a la experiència.

En primer lloc està la recerca del equilibri en referència al paper del tutor al treball. Aquesta qüestió és més general a tots el projectes Natura però en pareixia un punt a comentar. És vital el paper protagonista de l'alumne del TFG a l'hora de dissenyar el projecte, ja que eixa és la base per a que un Aps tinga èxit. És completament lògica la funció del tutor en guiar a l'alumne, l'únic problema és que es deuria balancejar de forma que l'estudiant no vaja massa lliure i perdut al projecte però sense que aquest estiga massa limitat.

D'altra banda està la qüestió del treball amb les aules de primària i secundària. Per un part, tenim les limitacions per COVID, que redueixen en gran part les possibilitats de treball. Per altra part, hi ha que tindre en compte que els cursos de primària i secundària tenen les seues pròpies dinàmiques i continguts que tractar pel que no sempre és fàcil incloure un projecte que requereix tant de temps. No obstant això, el col·legi Ave Maria m'ha facilitat molt les coses i ha sigut molt fàcil el treball amb ells.

La major dificultat que he trobat ha sigut ser fidel a l'hora de transmetre els conceptes botànics de la forma més correcta possible i que els alumnes reberen la informació de manera satisfactòria. Crec que moltes vegades s'ha donat més valor als continguts que a la intenció de divulgació, el que he pogut notar a les enquestes i valoracions: al final, els estudiants sols es van a quedar amb unes idees bàsiques del que han après i haguera sigut millor posar l'accent en la importància de la nostra vegetació que en, per exemple, la reproducció de les plantes o, al menys, al detall que s'ha fet.

Això em porta al punt final: reduiria la carrega d'informació del treball i em centraria en unes idees. Cal tindre en compte que, la majoria del estudiants que realitzen aquesta modalitat de TFG, mai em treballat d'aquesta forma amb alumnes pel que hi ha certs punts que no es van valorar. En el meu cas va ser l'excés de matèria que volia abastar i que va ser complicat d'adaptar per als alumnes de secundària. Si tornara a refer de nou el projecte mantindria els objectius però enfocaria la metodologia de forma diferent.

Ja per acabar, comentar que la modalitat de presentar un producte digital no ha sigut la idea que m'haguera agradat desenvolupar. És més que raonable, debut precisament a la situació actual, potenciar les TIC, l'únic problema és que la dificultat de construir el videojoc amb els alumnes de secundària: ha resultat molt complexe i requereix de molt de temps, del qual els alumnes no disposen. Però, cal destacar que el producte final ha sigut molt satisfactori i ha agradat molt als alumnes de primària.

No estic dient amb tot açò que no estiga satisfet amb el resultat, tot el contrari, estic molt content amb el conjunt del projecte, però crec que hi ha que ser crítics per a millorar i gràcies al desenvolupament d'aquest treball tinc clars una sèrie d'errors en els que evitaria tornar a caure. Això sí, participar en esta mena de projectes fa que em reafirme en la meua idea de treballar al món de l'educació.

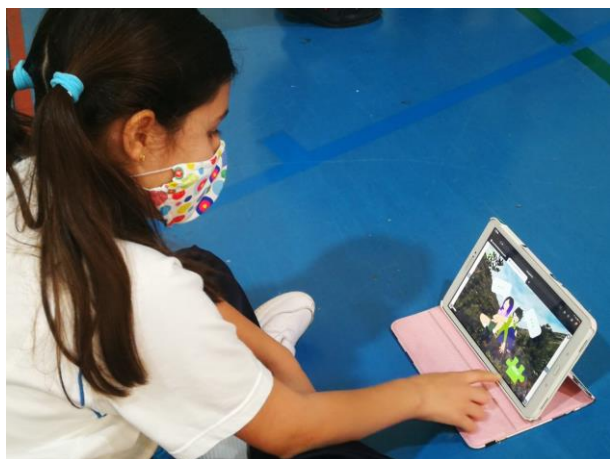
Valoració de la tutora UVEG, Violeta Atienza Tamarit.

Com a tutora acadèmica:

Considere que el desenvolupament d'aquest "Projecte Natura" ha sigut en bona part possible per la important labor de coordinació desenvolupada per l'alumne de TFG Alex B. G. En temps de pandèmia i enfront de les dificultats, la seua tenacitat i afecte cap als escolars ha sigut capaç de motivar-los i despertar la creativitat i d'establir comunicació fluida, entre tots els nivells educatius. A nivell dels estudiants de secundària, cal dir que ha sigut un gran volum de treball donat el xicotet nombre de participants per a dur-lo a terme, però a través de les frases locutades en el videojoc, transcendeix que s'han sentit protagonistes i el seu interès per les plantes ha crescut considerablement. Sobre els escolars de primària, les estrictes normes de seguretat per la COVID-19, han limitat en gran manera les activitats presencials a una única sessió final en el gimnàs del col·legi. Sense el contacte directe amb els companys i educadors de secundària i sense estar envoltats de naturalesa com a font d'aprenentatge, s'ha creat un buit que s'ha tractat d'omplir principalment a través de recursos digitals. De fet cal dir que en la presentació del producte, les manualitats associades al joc electrònic han sigut molt valorades pels més xicotets. El resultat sempre positiu és que han gaudit amb el joc i segur que han reforçat l'aprenentatge de nombrosos conceptes sobre les plantes que formen ja part, de manera lúdica, dels seus coneixements. També destaque en l'estudiant de TFG l'adquisició de competències, la seua autonomia i capacitat de treball i l'important esforç de recopilació i justificació bibliogràfica realitzat i plasmat en la redacció del seu TFG. Com a docent vull agrair al professorat de secundària i primària i al col·legi Ave Maria de Carcaixent, la seua disponibilitat i generositat compartint amb nosaltres les activitats dels seus escolars. Especialment destacable la companyonia en la jornada de camp des de la Font de la Parra fins al Molló de Miramar, que ha sigut la inspiració, escenari i font de la majoria d'imatges del videojoc. A pesar del gran esforç que tot Projecte Natura representa per a tots els participants, per a mi ha sigut una experiència educativa molt gratificant i per a reflexionar sobre l'important de la transmissió de la informació a l'escola i sobretot l'insubstituïble que és l'aula de la naturalesa.

7. IMATGES DEL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE





8. BIBLIOGRAFIA

- Alcober, J. A., Atienza, V., Mateu, I., Puche, M. F.** (2011). Las plantas en movimiento. La Biología en tus manos (ed. Alcober, J. A., Atienza, V., Mateu, I., Puche, M. F.), pp. 242. PUV.
- Alguacil, M. D. M., Torres, M. P., Montesinos-Navarro, A. and Roldán, A.** (2016). Soil Characteristics Driving Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities in Semiarid Mediterranean Soils. *Applied and environmental microbiology* **82**, 3348-3356.
- Allen, I. E. and Seaman, C. A.** (2007). Likert scales and data analyses. *Quality progress* **40**, 64-65.
- Bhatla, S. C and Lal, M. A.** (2018). Photosynthesis. In *Plant Physiology, Development and Metabolism* (ed. Bhatla, S. C and Lal, M. A.), pp. 159-226. Springer.
- Borrás Oriol, B.** (2015). Fundamentos de la gamificación, pp. 1-33. UPM.
- Burrows, G. E. and Chisnall, L. K.** (2015). Buds buried in bark: the reason why *Quercus suber* (cork oak) is an excellent post-fire epicormic resprouter. *Trees* **30**, 241-254.
- Calabrese, E. J. and Agathokleous, E.** (2021). Pollen biology and hormesis: Pollen germination and pollen tube elongation. *The Science of the total environment* **762**, 143072.
- Charlesworth, D.** (1993). Why are unisexual flowers associated with wind pollination and unspecialized pollinators? *The American naturalist* **141**, 481-490.
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I. and Florou-Paneri, P.** (2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture (Basel)* **2**, 228-243.
- Chwil, M. and Weryszko-Chmielewska, E.** (2009). The structure of floral elements of *Anchusa officinalis* L. creating attractants for insects. *Acta Agrobotanica* **62**, 37-47.
- Clarke, P. J., Lawes, M. J., Midgley, J. J., Lamont, B. B., Ojeda, F., Burrows, G. E., Enright, N. J. and Knox, K. J. E.** (2012). Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytologist* **197**, 19.
- Crang, R., Lyons-Sobaski, S. and Wise, R.** (2019). Flowers and Male Reproductive Structures. In *Plant Anatomy* (ed. Crang, R., Lyons-Sobaski, S., Wise, R.), pp. 579-613. Springer.
- Crisci, J. V., Katinas, L., Apodaca, M. J. and Hoch, P. C.** (2020). The End of Botany. *Trends Plant Sci.* **25**, 1173-1176.

- España.** Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, **3**, pp. 204-218.
- Farré-Armengol, G., Filella, I., Llusà, J. and Peñuelas, J.** (2015). Pollination mode determines floral scent. *Biochemical systematics and ecology* **61**, 44-53.
- Generalitat Valenciana.** (2016). Informe post incendio Carcaixent /06/2016. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Generalitat Valenciana. Valencia, 17 pp.
- Leal, I. R., Leal, L. C. and Andersen, A. N.** (2015). The Benefits of Myrmecochory. *Biotropica* **47**, 281–285.
- Lu, Y., Jin, B., Wang, L., Wang, Y., Wang, D., Jiang, X. -X. and Chen, P.** (2011). Adaptation of male reproductive structures to wind pollination in gymnosperms: cones and pollen grains. *Canadian journal of plant science* **91**, 897-906.
- Melzer, R., Wang, Y. and Theißen, G.** (2010). The naked and the dead: The ABCs of gymnosperm reproduction and the origin of the angiosperm flower. *Seminars in cell & developmental biology* **21**, 118-128.
- Mendoza Becerra, M. E, Cobos Lozana, C. A. and Gómez Flórez, L. C.** (2005). Aprendizaje cooperativo soportado por computador basado en el método jigsaw. *Revista UIS Ingenierías* **4**, 85-98.
- Pellegrino, E., Bedini, S., Avio, L., Bonari, E. and Giovannetti, M.** (2010). Field inoculation effectiveness of native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi in a Mediterranean agricultural soil. *Soil Biology & Biochemistry* **43**, 367.
- Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S. and Bosch, J.** (2016). Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and applied ecology* **17**, 199-209.
- Valladares, F. and Sánchez-Gómez, D.** (2006). Ecophysiological Traits Associated with Drought in Mediterranean Tree Seedlings: Individual Responses versus Interspecific Trends in Eleven Species. *Plant biology (Stuttgart, Germany)* **8**, 688-697.
- Willmer, C. and Fricker, M.** (1996). Introduction. In *Stomata* (ed. Willmer, C. and Fricker, M.), pp. 1-11. Springer Netherlands.
- Yilmaz, M. and Tonguc, F.** (2009). Fruit and Seed Size Variability of *Fraxinus ornus* Subsp. *Cilicica*. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* **3**, 122-125.

9. ANNEXES

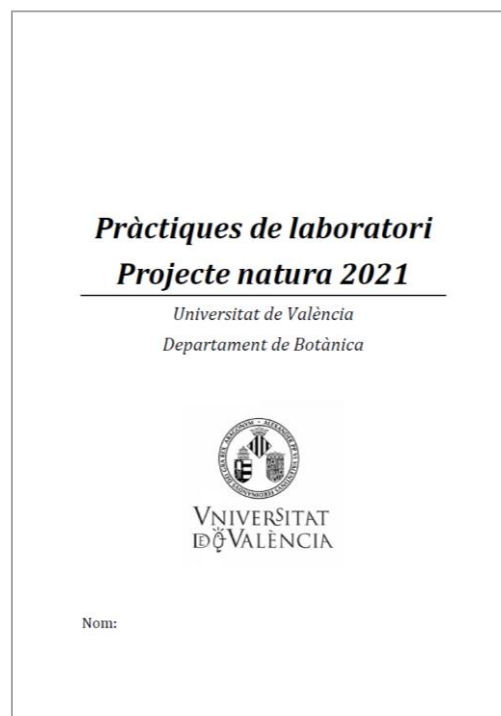
Annex 1. Accés als jocs creats amb Ardora per a l'autoavaluació de conceptes dels alumnes de 4º E.S.O.

<https://lczshuhvsfgcgm8p2rjdca-on.driv.tw/Anexos TFG/Anexo 1 Actividades autoevaluación-Ardora/Descargar y hacer click una vez descargado/ABRIR/ACTIVITATS FES CLIK.htm>



Annex 2. Accés al guió de pràctiques que es va utilitzar en la sessió de laboratori.

https://drive.google.com/file/d/1LCCDakCmRj_Cezh2Mg-K7wNXcbxD3R6w/view?usp=sharing



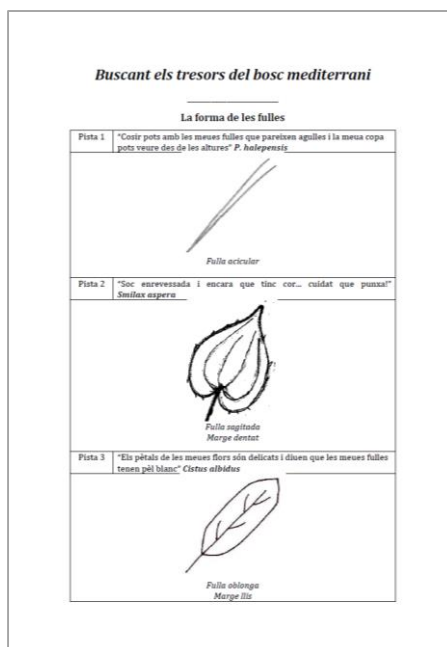
Annex 3. Accés a la presentació PowerPoint que es va emprar durant la sessió de laboratori.

<https://drive.google.com/file/d/1FxrpuFvHnudQDeT8ehetvXaTIAzbpICT/view?usp=sharing>



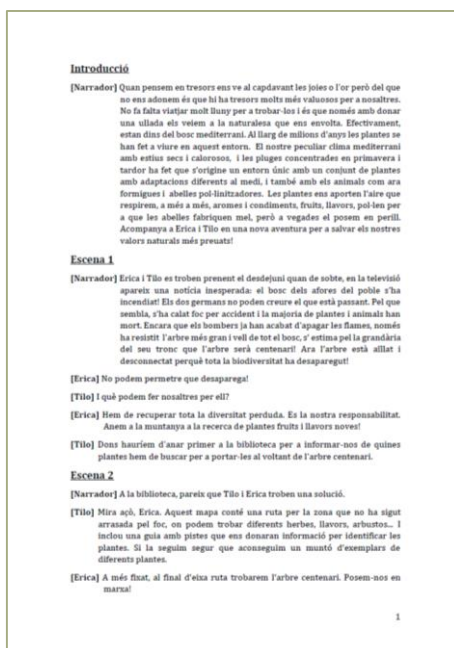
Annex 4. Accés a la fitxa que es va utilitzar per a la gimcana durant l'eixida de camp.

https://drive.google.com/file/d/1C9CkKAY_TifEor2Pp-TWE64qJ1u1b2fs/view?usp=sharing



Annex 5. Accés al guió del videojoc.

<https://drive.google.com/file/d/11osM6AWF7XkZLusnKfETFqmq2vmpEMnx/view?usp=sharing>



Annex 6. Accés directe al videojoc.

<https://view.genial.ly/6060971bbb465e3901821c14>



Anexo 7. Accés a les diapositives del videojoc

<https://drive.google.com/file/d/16JyyeXbb27hlllj6CObNSvUAP3Eym4Lj/view?usp=sharing>

**Anexo 8.** Accés al video realitzat per els alumnes de 4º E.S.O sobre un experiment de la fotosíntesi.

https://drive.google.com/file/d/1ujF_1nrnYeVGfm2cogBEPFcqGNiHAvpE/view?usp=sharing

