

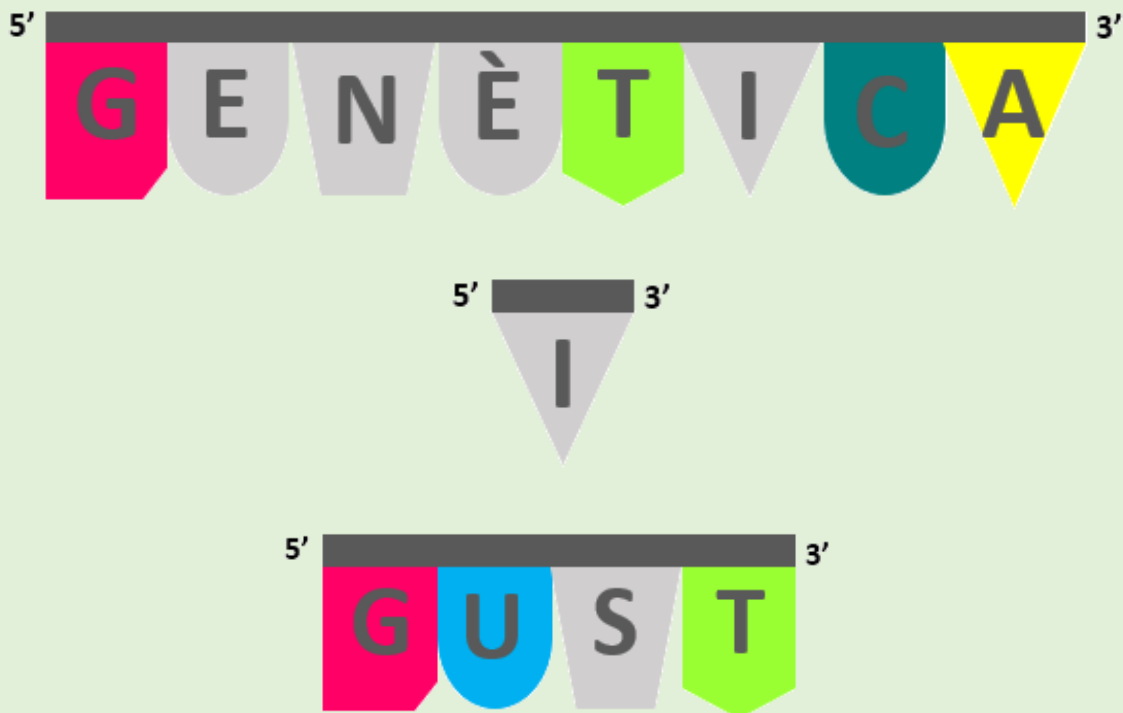


VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

TREBALL DE FI DE GRAU
BIOQUÍMICA I CIÈNCIES BIOMÈDIQUES

PROJECTE NATURA

Projecte ApS per a l'ensenyament d'idees bàsiques de
Genètica en etapes educatives preuniversitàries



Sarai Tomás Pérez

Tutora: Carolina Rausell Segarra

2019-2020

ÍNDEX

1. RESUM	1
2. INTRODUCCIÓ	1
3. OBJECTIUS	3
4. EQUIP PARTICIPANT	4
5. METODOLOGIES	5
6. MATERIALS	6
7. DESCRIPCIÓ DETALLADA DEL PROJECTE	6
8. POSSIBLES DIFICULTATS A L'HORA DE DESENVOLUPAR EL PROJECTE	33
9. VALORACIÓ PERSONAL DEL PROJECTE	34
10. BIBLIOGRAFIA	35
11. ANNEXES	36
12. BIBLIOGRAFIA	39
13. ANNEXES	41
13.1. Annex 1. Preguntes del Kahoot realitzat en la SESSIÓ 1	
13.2. Annex 2. Quadern de laboratori	
13.3. Annex 3. Presentació Power Point emprada per a l'explicació teòrica de la SESSIÓ 1	
13.4. Annex 4. Targetes explicatives per als alumnes de Primària dels diferents jocs de la CRUCI-GIMCANA	
13.5. Annex 5. Recompenses CRUCI-GIMCANA	
13.6. Annex 6. Material joc CRUCI-ENDEVINALLES	
13.7. Annex 7. Material joc CRUCI-PUZLE	
13.8. Annex 8. Material joc CRUCI-RELACIONA	
13.9. Annex 9. Material joc CRUCI-MEMORY	
13.10. Annex 10. Material joc CRUCI-PINTURILLO	
13.11. Annex 11. Material de suport per a la conclusió final CRUCI-GIMCANA	
13.12. Annex 12. Proposta pòster projecte GENÈTICA I GUST	

PROJECTE NATURA: “GENÈTICA I GUST”

1. RESUM

El Projecte “GENÈTICA I GUST” està dissenyat amb la finalitat de transmetre coneixements sobre la base genètica del gust a alumnes de 1er de Batxillerat per mitjà del desenvolupament de diverses sessions en les quals es fa ús de metodologies educatives com l’Aprentatge-Servei (ApS) o l’Aprentatge Basat en Projectes (ABP) amb les que es busca i fomenta la participació activa de l’alumnat. Per a fer-ho, s’estableix com a punt central del projecte el gen *TAS2R38*, un gen àmpliament estudiat que codifica per a un receptor gustatiu de compostos químics amb sabor amarg que tenen el grup tiocianat i que presenta diferents variants ben caracteritzades que permeten establir tres grups d’individus fenotípicament diferenciats que es caracteritzen per una distinta capacitat de percepció del sabor amarg d’aquests compostos i als quals se’ls associa un diferent nivell de preferència per aliments amb un gran contingut d’aquests, com són les crucíferes. Amb les diferents activitats experimentals plantejades, els i les alumnes adquireixen una reflexió crítica sobre la influència del nostre genotip en la qualitat de la nostra nutrició i la complexitat de l’estudi científic de l’herència genètica d’alguns trets influenciats per l’ambient i altres característiques, com és el gust. A més, aquests i aquestes són capaços d’adaptar els coneixements assimilats i transmetre’ls mitjançant l’elaboració d’un taller a alumnes de 3er de Primària amb el qual se’ls permet adquirir, a aquests últims, una idea bàsica de la genètica a més de fer-los conèixer i conscienciar-los dels beneficis nutricionals de les crucíferes. El principal objectiu d’aquest tipus de projectes científics, en els quals s’estableix la interacció entre estudiants de diferents etapes educatives, és fer consciència de la importància de la ciència en la vida quotidiana i despertar l’interès per aquesta des d’edats primerenques.

2. INTRODUCCIÓ

Els éssers humans som capaços de distingir 5 sabors bàsics: amarg, dolç, àcid, salat i umami.¹ La detecció dels diferents compostos químics amb sabor que componen els aliments, té lloc quan aquests es troben en solució aquosa i interaccionen amb les papil·les gustatives, les quals estan formades per diferents tipus cel·lulars però únicament les cèl·lules receptores gustatives intervenen en la transducció de la senyal química en una senyal elèctrica. Concretament, aquesta especialització es deu a que aquestes cèl·lules epitelials d’origen ectodèrmic, expressen, al seu domini apical, receptors gustatius per als distints sabors², sent receptors acoblats a proteïnes G els dels sabors amarg, dolç i umami, i canals iònics els dels sabors salat i àcid³. Quan es dona la interacció específica i les cèl·lules s’activen, generen la senyal elèctrica al domini basal a través de potencials de receptor graduats i la secreció corresponent de neurotransmissors. Així, en funció de la localització, sinapten químicament amb axons gustatius provinents dels tres nervis cranials implicats en la transmissió del gust (parells cranials 7, 9 i 10), els quals projecten al tronc encefàlic i, a partir d’ací, a diferents punts de l’interior del cervell.

Encara que cada cèl·lula gustativa presenta receptors per a un únic sabor, totes les papil·les gustatives presenten cèl·lules gustatives per a tots els tipus de sabor, però, el que canvia, és la concentració de cèl·lules gustatives en les papil·les de les diferents parts de la llengua, per la qual cosa, encara que hi ha zones en les quals uns sabors són detectats amb major intensitat que en altres, no podem parlar d’un mapa topogràfic estricta⁴.

La detecció dels sabors no pot limitar-se únicament al sentit del gust, sinó que aquesta correspon a la integració de la informació rebuda a través d’aquest, però, a més, d’altres sentits i interaccions externes⁵. El principal sentit relacionat correspon al olfacte. Els aliments,

prèviament a la ingesta i mentre són ingerits, desprenen substàncies volàtils que activen a les cèl·lules receptives olfactives i produeixen una transducció de senyal que viatja també al còrtex cerebral, on pot integrar-se amb la informació rebuda pel gust en el còrtex insular⁶. A aquest, també li arriben aferències d'altres zones del cervell com el còrtex visual, que informa dels aspectes dels aliments; del somatosensitiu i trigeminal, que informen de la textura i temperatura dels aliments; i del sistema hipocampal i l'amígdala que aporten informació sobre els records i les experiències associades a un aliment. D'altra banda, s'ha vist també que, a les papil·les gustatives, s'expressen hormones que modifiquen la intensitat de la percepció del gust i les respostes hedòniques neurològiques⁷.

Els receptors gustatius estan codificats per més de 50 regions distribuïdes en clústers de diferents cromosomes. La percepció del gust pot variar entre individu en funció de les variacions genètiques en gens que codifiquen per a aquests receptors, però aquestes també poden afectar a la percepció, l'elecció i el consum d'aliments i influir en la nutrició i la susceptibilitat a desenvolupar algunes patologies.

En humans, s'han descrit 25 gens que codifiquen per a receptors del sabor amarg, els quals s'agrupen en la família TAS2R i s'expressen distribuïts en els cromosomes 12, 7 i 5⁸. Alguns dels gens que la componen i les seues variants estan molt bé identificades. En concret, diferents variacions nucleotídiques no sinònimes del gen *TAS2R38* han sigut àmpliament estudiades i estan associades a diferències en la capacitat de percebre compostos que presenten el grup tiocianat (N= C = S), responsable del sabor amarg⁹.

Les anàlisis moleculars d'aquest gen es basen principalment en tres polimorfismes genètics d'un nucleòtid (SNPs) que resulten en canvis d'aminoàcids que poden afectar a l'activitat del receptor. Les tres substitucions s'hereten com un haplotip en fort desequilibri de lligament i es troben a les posicions: 49, G>C, alanina (Ala) o prolina (Pro); 262, T>C, valina (Val) o Ala i 1296, A>G, Isoleucina (Iso) o Val. L'expressió de l'haplotip Pro-Ala-Val, PAV, en homozigosi (PAV/PAV), implica una major sensibilitat al sabor amarg característic del grup tiocianat i és específica del fenotip "supergustador". D'altra banda, l'expressió de l'haplotip Ala-Val-Ile, AVI, en homozigosi (AVI/AVI), es relaciona amb una menor o quasi nul·la sensibilitat a aquest i és específica del fenotip "no-gustador". Els individus que porten ambdós haplotips en heterozigosi (PAV/AVI) tenen una sensibilitat intermèdia a la detecció d'aquest sabor i es coneixen fenotípicament com "gustadors"¹⁰. S'han descrit altres haplotips que impliquen també una sensibilitat intermèdia al sabor (PVI, AAV, PAI, AVV, PVV, AAI), però la seua freqüència és extremadament rara. Així, degut al fort desequilibri de lligament, es sol utilitzar, per a la genotipificació, la substitució A49P com a "SNP-target"¹¹.

No obstant, la majoria de investigacions empren, per a establir els diferents fenotips del gen, un mètode de paper de filtre amb controls estandarditzats i papers impregnats amb fenilcarbàmid (PTC) o 6-n-propil-2-tiouracil (PROP), dos compostos sintètics model que presenten el grup tiocianat¹². Amb aquests mètodes, s'han realitzat un gran nombre d'estudis que, en conjunt, confirmen un predomini global dels dos haplotips prèviament mencionats. S'ha establert que, aproximadament, el 75% de la població mundial reconeix aquests compostos com amargs, mentre que per al 25% aquests resulten insípid, encara que la distribució dels percentatges pot variar lleugerament entre poblacions¹³. A més, s'ha establert la hipòtesi que l'haplotip PAV correspon a la forma ancestral i que l'expressió d'aquesta conferia, en les primeres etapes de l'evolució humana, un avantatge selectiu per a detectar substàncies amargues potencialment tòxiques¹⁴.

L'expressió diferencial d'aquestes variants s'associa amb una diferent capacitat de percepció del sabor amarg de les crucíferes, vegetals de la família *Brassicaceae*. Aquestes presenten un alt contingut en glucosinolats, els quals es descomponen per l'acció hidrolítica de l'enzim mirosinasa en isotiocianats, els quals contenen el grup tiocianat i són els responsables del sabor amarg característic però, també, dels seus beneficis alimentaris. S'ha provat que aquests aliments tenen un alt potencial anticancerígen i antioxidant i que el consum d'aquests es relaciona amb un menor risc de desenvolupar patologies relacionades amb la dieta com obesitat, malalties cardiovasculars, diabetis tipus II i síndrome metabòlic¹⁴. Per aquesta raó, es creu convenient promoure el consum d'aquests vegetals en la població i la seua introducció en la dieta diària, jugant, en aquest punt, un paper significant la correcta forma de manipulació d'aquests per tal de no perdre els seus beneficis¹⁵.

A aquest nivell, diversos estudis suggereixen que individus que presenten una major sensibilitat pels compostos que presenten el grup tiocianat (com els isotiocianats), tendeixen a considerar als aliments com les crucíferes com a indesitjables, refusant-los i exclouent-los dels seus hàbits alimentaris. Aquest comportament nutricional pot provocar un increment del risc a patir obesitat, a més de risc cardiovascular i càncer¹⁶.

Tot i això, encara que la varietat de percepcions i preferències per les crucíferes entre els consumidors és, en part, conseqüència de les diferències genètiques entre els individus, donat que el sentit del gust no "treballa" de forma aïllada, aquestes qualitats també poden estar influenciades per molts altres factors com els hàbits alimentaris, les experiències personals, la cultura, ètnia i religió, els factors fisiològics, l'estat i forma dels aliments, l'edat i el sexe. Així, s'han dut a terme gran quantitat d'estudis per a analitzar la dependència entre el fons genètic i la sensibilitat al sabor amarg d'aquests aliments.

3. OBJECTIUS

L'**objectiu principal** del present Treball de Fi de Grau emmarcat en el "Projecte Natura: projecte ApS per a l'ensenyament d'idees bàsiques de Genètica en etapes educatives preuniversitàries" és la transmissió de coneixements sobre la base genètica del sentit del gust a alumnes de Batxillerat i Primària afavorint una reflexió crítica sobre la influència del nostre genotip en la qualitat de la nostra nutrició i la complexitat de l'estudi científic de l'herència genètica d'alguns trets influenciats per l'ambient i altres característiques, com és el gust.

Al finalitzar el projecte i el corresponent procés d'ensenyament i d'adquisició de continguts, s'espera que els i les alumnes de Batxillerat arriben a una sèrie de **resultats d'aprenentatge** i adquirisquen la capacitat de:

- Comprendre els fonaments bàsics del sentit del gust
- Conèixer la informació genètica bàsica
- Aplicar conceptes de genètica a un exemple real
- Adquirir consciència de la importància d'una vida saludable i la seua relació amb el consum de crucíferes
- Aprendre a dur a terme un registre ordenat dels resultats obtinguts
- Interpretar i debatre resultats
- Fer ús d'un vocabulari adequat a l'activitat

- Entendre la importància de la divulgació científica
- Adaptar el contingut aprés a una classe de Primària

D'altra banda, amb l'activitat proposada per a l'alumnat de Primària, s'espera que els i les alumnes puguin:

- Superar diferents proves i aconseguir recompenses
- Adquirir una idea bàsica de la genètica
- Conèixer o recordar l'existència de les crucíferes
- Comprendre la importància de la genètica i la seua relació amb la vida diària

Paraules clau: gust, amargor, receptor, gen, al·lel, genotip, fenotip, ambient, crucífera, percepció, preferència, herència, divulgació científica.

4. EQUIP PARTICIPANT

En el projecte van participar 13 alumnes de 1er de Batxillerat del IES Comarcal matriculats en l'assignatura optativa "Cultura Científica". Aquests i aquestes van ser els i les responsables de plantejar l'activitat que anava a dur-se a terme en una de les classes de 3er de Primària del CP Cervantes, la qual comptava amb 30 alumnes. Al llarg del projecte, els i les alumnes van comptar amb la meua guia i suport i la del seu professorat ([Taula 1](#)).

Taula 1. Equip participant.

ÀREA TEMÀTICA:					
Genètica					
Títol del projecte:					
"GENÈTICA I GUST"					
	Nom i Cognoms	Centre	Localitat	Telèfon de contacte	Correu electrònic
Alumne/a UVEG	Sarai Tomás Pérez	Facultat de Biologia	Burjassot	633123140	satope@alumni.uv.es
Professor/a de la UVEG	Carolina Rausell Segarra	Facultat de Biologia	Burjassot	963543397	carolina.rausell@uv.es
Professor/a de Batxillerat	Victoria Carceller Garrido	IES Comarcal	Burjassot	961206290	
Mestre/a de Primària	Amàlia Gómez Rodríguez	CP Cervantes	Godella	962566920/23	

5. METODOLOGIES

Al llarg del projecte s'ha utilitzat diverses metodologies per a, a més de transmetre un contingut teòric científic, fomentar, entre altres, l'autonomia de l'alumnat per a buscar solucions, el treball en equip, la comunicació i el desenvolupament d'un pensament crític.

Tot el projecte té com a metodologia central l'**Aprentatge Basat en Projectes (ABP)** amb la que els i les alumnes adquireixen coneixements i competències clau mitjançant l'elaboració d'un projecte o producte final que sorgeix en resposta a una necessitat social¹⁷, en aquest cas, la divulgació científica. Amb l'aplicació d'aquesta estratègia, els i les alumnes persegueixen solucions a problemes, generen i refinen preguntes, debaten idees, realitzen prediccions, investiguen sobre la temàtica elegida, creen plans per a la gestió del desenvolupament del seu projecte, el dissenyen i el creen, recol·lecten dades, estableixen conclusions, es comuniquen idees i resultats entre ells... de forma que, adquireixen diverses competències i posen en pràctica moltes altres metodologies educatives.

Per a que el projecte que els i les alumnes havien de desenvolupar fora exitós i aconseguir l'objectiu final conjunt que aquests presentaven, es va creure necessari potenciar el treball en grup. Per a fer-ho, es va fer ús de "l'**aprenentatge cooperatiu**", la característica principal del qual correspon a l'organització de l'alumnat en grups de pocs individus en els quals cada membre presenta un rol determinat però, donat que tots els i les integrants presenten el mateix objectiu, deuen interactuar i treballar de forma coordinada¹⁸. Aquesta metodologia, a més, va correspondre al punt central de l'activitat que els i les alumnes de Batxillerat proposaren per als de Primària, la qual està basada en l'organització dels i les estudiants en sis grups, els i les integrants del qual han de treballar de forma conjunta per tal d'aconseguir la superació de diferents proves. En aquest punt, es va introduir l'ús d'un "**sistema de recompensa**" ja que es premia a cada grup amb una recompensa simbòlica que els i les permet arribar a una conclusió final. A més, per al plantejament de l'activitat, els i les alumnes van posar en pràctica un "**pensament de disseny**" per a crear una activitat amb la que transmetre el coneixement après durant les diferents sessions a Primària.

D'altra banda, per a promoure l'autonomia i el pensament crític dels i les estudiants, a Batxillerat es va emprar el fonament del mètode pedagògic "**aula invertida**" la qual es caracteritza per la inversió dels elements tradicionals de les lliçons impartides pel professorat, quedant els i les estudiants com a protagonistes d'aquestes¹⁹. En el cas que ens ocupa, la responsabilitat d'arribar a les diferents conclusions teòriques, a partir dels resultats pràctics obtinguts, va recaure sobre els i les alumnes. Amb aquesta dinàmica i amb la idea d'utilitzar com a punt central del projecte un exemple real que els permetera una aplicació pràctica de diferents conceptes de genètica, es va intentar també fomentar un "**pensament basat en el pensament**" amb el que els i les alumnes desenvoluparen destreses de pensament més enllà de la memorització.

Per últim, amb la finalitat de cridar l'atenció dels i les alumnes de Batxillerat a l'inici de la primera sessió i enriquir l'experiència d'aprenentatge, es va utilitzar una "**ferramenta de ludificació de contingut**". En concret, es va fer servir la plataforma online "Kahoot!", la qual permet crear qüestionaris en línia per a que els i les participants responguen a través dels seus dispositius mòbils, creant-se, d'una manera divertida i diferent, un ambient de *competició sana*²⁰. Però, a més, donat que la participació va ser en parelles, es va *fomentar la col·laboració* dels integrants al treballar junts per aconseguir un objectiu. Amb les preguntes plantejades, es va intentar *aferrar i repassar conceptes*, a més de *despertar interès* pels continguts futurs de l'activitat. D'altra banda, es creu que la repetició del qüestionari a l'última sessió, haguera permès

augmentar la motivació dels i les alumnes al comprovar, ells i elles mateixes, que el seu control sobre els diferents conceptes de genètica havia millorat al llarg del projecte.

6. MATERIALS

MATERIALS	
Ordinador	Ruca
Antifaços	Xocolate 85%
Plats	Pissarra
“Palillos”	Papers de filtre impregnats amb PROP
Gots	Papers de filtre CONTROL
Aigua	Bosses hermètiques
Lletuga	Material CRUCI-GIMCANA*
Napicol	

7. DESCRIPCIÓ DETALLADA DEL PROJECTE

En la proposta inicial del projecte es van incloure quatre fases, la informació específica de les quals és recull a la [Taula 2](#):

- **FASE I: DISSENY DEL PROJECTE.**
- **FASE II: REALITZACIÓ DEL PROJECTE EN BATXILLERAT.**
- **FASE III: REALITZACIÓ DEL PROJECTE EN PRIMÀRIA.**
- **FASE IV: EXPOCIÈNCIA.**

Taula 2. Fases del projecte GENÈTICA I GUST. Breu descripció de les diferents fases amb les quals, en principi, anava a comptar el projecte.

	DATA	DESENVOLUPAMENT	RESPONSABLE	PARTICIPANTS
FASE I- DISSENY DEL PROJECTE	Octubre 2019- Febrer 2020	Fase de treball personal en el qual es va plantejar el projecte, es va realitzar la cerca bibliogràfica dels materials teòrics i es van preparar les diferents activitats i materials necessaris per a dur a terme les sessions a l'institut. Reunió amb la professora de Biologia del IES Comarcal (Burjassot)	Alumna UV	Alumna UV Tutora UV Professora Biologia IES Comarcal
		SESSIÓ 1 (1 hora) Sessió de presentació i contextualització del projecte, mitjançant un “Kahoot!” i una presentació Power Point.		
		SESSIÓ 2 (2 hores i mitja)		

FASE II- REALITZACIÓ DEL PROJECTE EN BATXILLERAT	Febrer 2020- Març 2020	Els i les alumnes van estudiar la relació genotip-fenotip mitjançant una “cata” cega d’aliments caracteritzats pel sabor amarg i la determinació del seu fenotip i genotip en relació al <i>TAS2R38</i> , que codifica per a un receptor implicat en la detecció de compostos que presenten el grup tiocianat, caracteritzats per tindre sabor amarg.	Alumna UV	Alumnat 1er de Batxillerat IES Comarcal
		SESSIÓ 3 (1 hora) Els i les alumnes van aprendre el tipus d’herència del gen <i>TAS2R38</i> i van realitzar arbres genealògics amb dades que ells i elles mateixes havien recopilat.		
		SESSIÓ 4 (1 hora) Els i les alumnes van realitzar una pluja de idees per al taller en Primària.		
		SESSIÓ 5 (1 hora) Tasca prevista: elaboració del material de l’activitat de Primària. No es va dur a terme.		
		SESSIÓ 6 (1 hora) Tasca prevista: simulacre de l’activitat de Primària i repetició del “Kahoot!” dut a terme a la primera sessió. No es va dur a terme.		
FASE III- REALITZACIÓ DEL PROJECTE EN PRIMÀRIA	Abril 2020	No realitzada. Queda plantejada l’activitat.	Alumna UV i alumnat de 1er de Batxillerat IES Comarcal	Alumnat de 3er de Primària CP Cervantes
FASE IV- EXPOCIÈNCIA	Maig 2020	No realitzada.	Alumne UV i alumnat de 1er de Batxillerat IES Comarcal	Assistents a la fira Expociència

Per als continguts teòrics de les sessions s'ha emprat el llibre "Genètica. Un enfocament conceptual"²¹, a més de l'adaptació dels continguts dels articles prèviament referenciats a la secció d'introducció del projecte "GENÈTICA I GUST" (punt 3.1).

FASE I- DISSENY DEL PROJECTE (OCTUBRE 2019-FEBRER 2020)

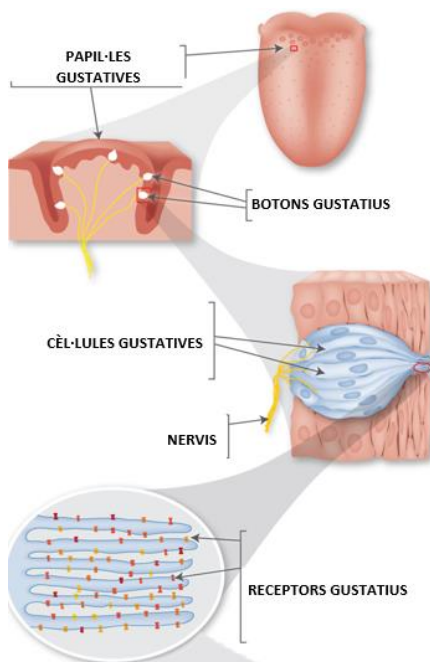
Després de la corresponent recerca bibliogràfica i el plantejament de les diferents possibles activitats, es va establir el següent esquema de treball per al projecte:

- A Batxillerat es durien a terme sis sessions. La primera correspondria a una sessió pràcticament teòrica, en la qual els i les alumnes repassarien conceptes bàsics de genètica i els contextualitzarien en l'exemple real central en el qual s'emmarca el projecte. Les dos sessions següents, es dedicarien a les activitats pràctiques i experimentals amb les quals l'alumnat arribaria a diferents conclusions teòriques a partir dels resultats obtinguts en aquestes. Les últimes tres sessions, es destinarien al plantejament, l'elaboració i l'organització de l'activitat de Primària.
- A Primària, els i les estudiants de l'institut actuarien com a "guies" dels i les alumnes del col·legi, sent aquests i aquestes els que s'encarregarien de transmetre'ls els conceptes apresos, a més de dur a terme les explicacions i dinàmiques necessàries per a l'activitat.
- Finalment, part de les activitats desenvolupades en el projecte serien presentades en la fira de ciències Expociència.

PREPARACIÓ DE LES SESSIONS DE BATXILLERAT

SESSIÓ 1 (1 hora)

Després de la presentació de les diferents fases del projecte, els i les alumnes participaran en un "Kahoot!" en el qual se'ls plantejaran diverses preguntes simples i breus sobre conceptes que es tractaran al llarg de les sessions. Una vegada finalitzat, es durà a terme una explicació teòrica amb ajuda d'una presentació digital que servirà per a repassar diferents termes i contextualitzar-los en l'exemple real que s'utilitzarà com a punt central del projecte.



BASE TEÒRICA DE LA SESSIÓ (ADAPTADA A BATXILLERAT)

Amb la ingestió d'un aliment i la seua destrucció i descomposició a la boca mitjançant la masticació, s'obtenen les diferents substàncies químiques que el componen. La detecció i identificació de l'aliment, és resultat de la integració de la informació rebuda a través del sentit del gust però, també, d'altres sentits i interaccions externes. De forma que, quan provem un aliment, a més ser capaços d'identificar-lo, podem obtenir altres informacions com el seu **sabor bàsic predominant**, el seu estat, els nostres records associats a aquest i la nostra preferència personal.

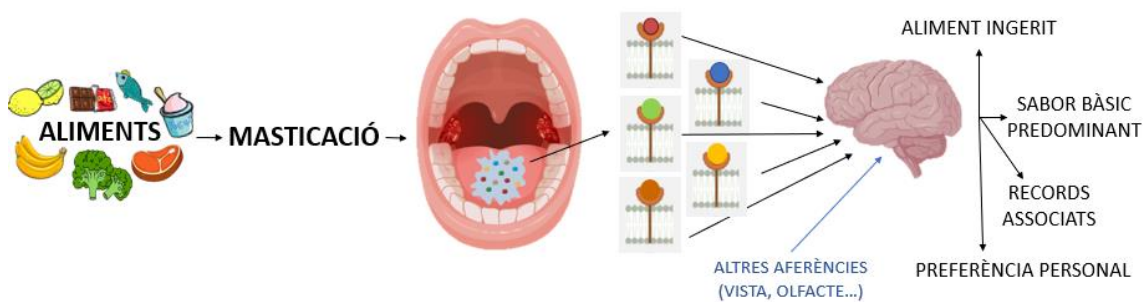
Els éssers humans som capaços de distingir 5 sabors bàsics: **amarg**, dolç, àcid, salat i umami. La detecció química i física dels compostos amb sabor que componen els aliments es produeix quan aquests es mesclen amb la saliva. A la llengua, els compostos en dissolució poden interaccionar

Il·lustració 1. Organització jeràrquica de diferents estructures fisiològiques i moleculars implicades en el sentit del gust. Il·lustració adaptada de: <https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/ptc/>

amb les **papil·les gustatives**, les quals corresponen a estructures especialitzades definides per protuberàncies i invaginacions. Aquestes, estan formades per diferents tipus cel·lulars i, en certs punts, presenten el que es coneixen com **botons gustatius**, un conjunt de cèl·lules entre les quals es troben les **cèl·lules gustatives**

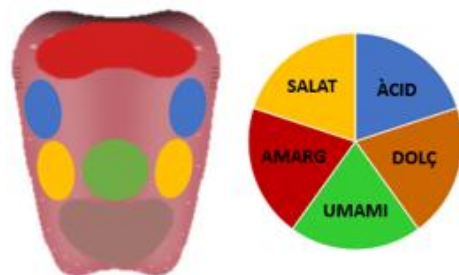
(**Il·lustració 1**).

La part apical de cadascuna d'aquestes cèl·lules, està formada per microvellositats i sobresurt per un porus a la superfície de la llengua. En aquest punt, les cèl·lules expressen diferents **receptors gustatius** específics per a una única substància o substàncies similars d'un sabor concret. Per la part basal, tenen la capacitat d'interaccionar químicament amb **nervis** que s'encarreguen de transmetre la informació al cervell. Així, quan ingerim un aliment, el conjunt d'interaccions receptor gustatiu-compost amb sabor és integrat i enviat com una informació conjunta (**Il·lustració 2**).



Il·lustració 2. Esquema simplificat de possibles informacions associades al procés de ingestió d'un aliment. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb BioRender.com i Power Point.

Durant molts anys, s'ha parlat de la possible existència d'un mapa de sabors a la llengua que postula que els diferents sabors bàsics es perceben únicament en zones concretes d'aquesta. Avui en dia, aquesta idea tan estricta està refusada i es parla d'una distribució diferencial de cèl·lules gustatives amb receptors per a un sabor bàsic concret en papil·les gustatives de zones concretes de la llengua. Açò implicaria que hi ha zones en les quals uns sabors són detectats amb major intensitat que en altres, però la seua detecció no quedaria limitada a zones úniques i exclusives. En concret, s'ha observat que, en la majoria de casos, a l'extrem de la llengua es detecta principalment el sabor dolç; a la zona central, l'umami; als laterals, el salat i l'àcid i, finalment, a la part posterior, el sabor amarg, encara que aquesta distribució pot variar entre individus (**Il·lustració 3**).

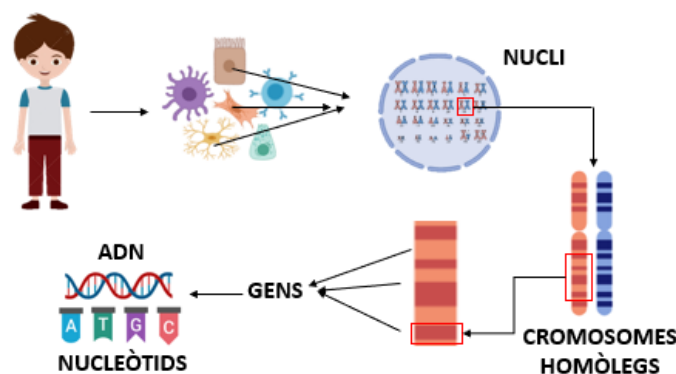


Il·lustració 3. "Mapa" de sabors a la llengua. Distribució més observada de les diferents zones en les quals es detecten amb major intensitat els sabors bàsics a la llengua. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Power Point.

En aquest context, un gen que codifica per a un dels receptors gustatius de compostos amb sabor amarg, s'ha elegit per a introduir diferents conceptes de genètica:

El cos humà està format per trilions de cèl·lules eucariotes, les quals es caracteritzen per presentar una membrana nuclear que forma el **nucli**, en el que es troba el material genètic i queda separat de la resta de components cel·lulars. Cal destacar que, encara que comptem amb diferents tipus cel·lulars amb morfologies i funcions molt dispars, totes les cèl·lules presenten la mateixa informació genètica:

Al nucli, cada cèl·lula conté un conjunt idèntic de **cromosomes**, el nombre del qual és característic de cada espècie. La majoria dels éssers humans comptem amb 46 cromosomes que s'organitzen en parelles com a resultat de la reproducció sexual. Concretament, heretem un joc de 23 cromosomes de la nostra mare i un altre del nostre pare. Cada cromosoma d'un conjunt té, en l'altre, un cromosoma amb estructura i grandària similars, a més de contindre, ambdós, informació genètica per al mateix conjunt de característiques hereditaries (a excepció dels cromosomes sexuals). Així, els dos cromosomes similars dels dos grups s'organitzen en **parelles d'homòlegs** (Il·lustració 4).



Els cromosomes són el “vehicle” de la informació genètica dins la cèl·lula. Aquests, estan constituïts per **ADN** i proteïnes associades i transporten un gran nombre de gens. En aquests, el lloc físic específic que ocupa un gen s'anomena **locus**.

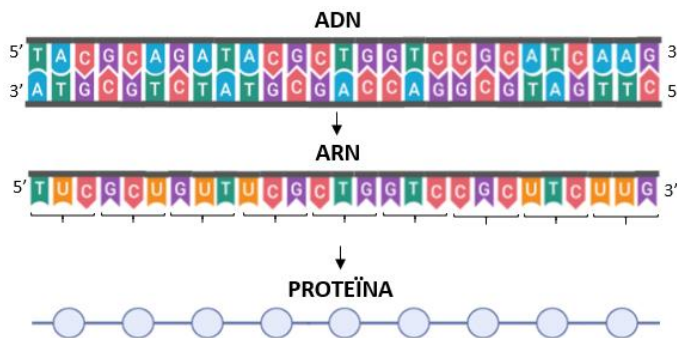
L'ADN correspon a un polímer format per unitats repetitives anomenades **nucleòtids**; cada nucleòtid està constituït per un glúcid, un fosfat i una base nitrogenada.

Il·lustració 4. Organització de la informació genètica que posseeix l'ésser viu. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb BioRender.com.

Existeixen quatre tipus de bases nitrogenades a l'ADN: adenina, citosina, guanina i timina (A, C, G i T) i la seqüència d'aquestes codifica a la informació genètica.

El **gen** és la unitat fonamental de l'herència i encara que la manera de definir-lo de forma precisa pot variar, una definició d'aquest correspon a “fragment d'ADN o unitat d'informació que codifica per a una característica genètica o **caràcter**”. Alguns gens poden existir en varies formes anomenades **al·lels**, residint la diferència entre aquests en la seua seqüència nucleotídica. En funció dels al·lels que presente un individu es poden diferenciar els termes: **homozigot** (individu que presenta dos al·lels iguals en un determinat locus) i **heterozigot** (individu que presenta dos al·lels diferents en un determinat locus).

El conjunt d'al·lels que posseeix un organisme individual correspon al seu **genotip**, mentre que, el conjunt de caràcters visibles que un individu presenta com a resultat de la interacció del seu genotip i l'**ambient** fa referència al **fenotip**.



Il·lustració 5. Representació esquemàtica de la transmissió de la informació genètica. La informació genètica és transmesa, en primer lloc, de l'ADN a l'ARN mitjançant el procés de transcripció. Posteriorment, l'ARN es tradueix en una seqüència d'aminoàcids, la qual correspon a l'estructura primària de la proteïna. Il·lustració d'elaboració pròpia amb BioRender.com.

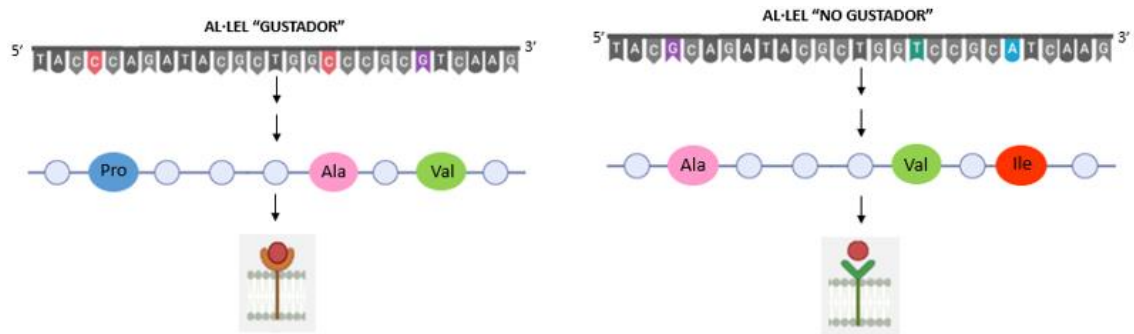
estructura primària de la **proteïna (Il·lustració 5)**. El pas de nucleòtids a aminoàcids es realitza seguint un codi de triplets conegut com **codi genètic**, en el qual tres nucleòtids (**codons**) de la seqüència del gen codifiquen, de forma no solapant, cada aminoàcid d'una proteïna.

Amb els quatre diferents nucleòtids es poden formar 64 triplets diferents. D'aquests 64 codons, AUG correspon al codó de iniciació; UAA, UAG i UGA als de terminació, mentre que els 61 restants (AUG a part de ser el codó de iniciació codifica per a un aminoàcid) corresponen a codons amb sentit que especifiquen per als 20 aminoàcids comuns. No obstant, donat que soles "existeixen" 20 aminoàcids però hi ha 61 codons amb sentit, es diu que el codi està degenerat: el que significa que, alguns aminoàcids són codificats per més d'un codó. Açò implica que, en alguns casos, variacions en la seqüència de nucleòtids d'un gen, conegudes com **substitucions sinònimes**, no comporten canvis en la seqüència d'aminoàcids, mentre que, altres, anomenades **substitucions no sinònimes**, impliquen un canvi en la seqüència d'aminoàcids que pot afectar a la funció de la proteïna i, consegüentment, a la característica per a la qual el gen codifica.

El gen *TAS2R38* és un gen de 1002 nucleòtids que es troba al cromosoma 7 i que codifica per a un **receptor gustatiu** de substàncies amb sabor amarg. Existeixen dos al·lells per a aquest, els quals es diferencien únicament en tres nucleòtids. En aquest cas, les tres variacions no són sinònimes, de forma que els receptors presenten tres aminoàcids diferents. Aquests són tan importants, que fan que els receptors funcionen de forma distinta.

Mentre que un al·lel (**al·lel gustador, S**), codifica per a un receptor que pot unir la substància química amb sabor amarg, l'altre (**al·lel no gustador, N**), codifica per a un receptor que no pot interaccionar amb la substància. Així, en funció dels al·lells que expressi un individu, aquest detectarà i percebrà, en major o menor mesura, el sabor amarg de la substància quan la ingerisca (**Il·lustració 6**).

El producte final de molts gens és una proteïna, l'acció de la qual produeix la característica per a la qual codifica el gen. Per a arribar a la proteïna, la informació genètica és transmesa, en primer lloc, des de l'ADN a l'ARN mitjançant el procés de transcripció. L'ARN correspon també a un polímer de nucleòtids, però, en aquest cas, el glúcid és diferent i, en lloc de poder presentar la base nitrogenada T presenta uracil (U). Després, l'ARN es tradueix en una seqüència d'aminoàcids, la qual correspon a la



Il·lustració 6. Representació simplificada dels dos possibles al·lells del gen TAS2R38 i els corresponents receptors codificats. El gen TAS2R38 presenta dos al·lells distints, els quals es diferencien en tres nucleòtids (C>G; C>T, G>A). Aquesta diferència resulta en tres canvis d'aminoàcids (Pro>Ala; Ala>Val; Val>Ile) que provoquen que els receptors codificats pels diferents al·lells siguin funcionalment diferents: mentre que l'al·lel gustador codifica per a un receptor capaç d'interaccionar amb compostos que presenten el grup tiocianat, l'al·lel no gustador codifica per a un receptor incapaç de fer-ho. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb BioRender.com i Power Point.

Els compostos que s'uneixen a aquest receptor són aquells que presenten un grup químic anomenat tiocianat, el qual es troba, de forma natural i en gran abundància, en les crucíferes, les quals corresponen a uns vegetals amb molts beneficis per a la salut però que es caracteritzen per tindre un sabor amarg que, per a algunes persones, pot ser molt desagradable. Aquest grup químic es troba també en molècules sintètiques com són el PROP i el PTC, les quals han permès realitzar molts estudis del gen.

L'aplicació més rellevant d'aquests compostos sintètics, és el seu ús en la caracterització fenotípica per al gen *TAS2R38*. En aquest cas, es diferencien tres tipus d'individus:

- **Supergustadors:** homozigots per a l'al·lel S (SS). Detecten amb molta intensitat el sabor amarg dels compostos que presenten el grup tiocianat.
- **Gustadors:** heterozigots, presenten l'al·lel S i el N (SN). Detecten amb certa intensitat el sabor amarg dels compostos que presenten el grup tiocianat.
- **No-gustadors:** homozigots per a l'al·lel N (NN). No detecten el sabor amarg dels compostos que presenten el grup tiocianat.

SESSIÓ 2 (2 hores i mitja)

A la segona sessió es duran a terme diferents activitats. La primera, correspondrà a una **"cata" cega** de quatre aliments que es caracteritzen, en major o menor mesura, per tindre cert sabor amarg. Els i les alumnes hauran de puntuar-los amb una escala prèviament establerta, d'una banda, segons el grau d'amargor detectat i, d'altra, en funció de les seues preferències personals. Posteriorment, es procedirà a la **caracterització fenotípica** dels i les alumnes per al gen *TAS2R38* utilitzant un mètode de paper de filtre (descriu en la següent secció). Amb els resultats obtinguts per a ambdues activitats, l'alumnat haurà de, mitjançant una **discussió** conjunta i seguint el model de "classe inversa", arribar a les conclusions teòriques corresponents.

Per últim, s'introduirà a l'alumnat l'activitat que es realitzarà en la següent sessió i se'ls entregarà el material necessari per a que duguen a terme una recerca de dades. Mitjançant el mètode de paper de filtre prèviament emprat, deuran recopilar els genotips i fenotips per al gen *TAS2R38* de diversos individus relacionats genèticament.

BASE TEÒRICA DE L'EXPERIÈNCIA

La ingesta de crucíferes es relaciona amb beneficis per a la salut i un menor risc a patir patologies relacionades amb la dieta. Però, per a certs individus, aquestes presenten un sabor amarg característic que les fa indesitjables i no les incorporen com a part de la seua vida diària.

Per a estudiar si la ingesta d'aquests aliments o la preferència d'aquests està correlacionada amb els genotips del gen *TAS2R38*, s'han dut a terme diversos estudis basats en una tasta de mostres d'aquests tipus de vegetals, en la qual els individus participants han de puntuar-los, mitjançant una escala estandaritzada, en funció de la seua percepció del sabor amarg i la seua preferència personal. A més, els subjectes, són tipificats fenotípicament per al gen *TAS2R38* amb un mètode de paper de filtre. Aquest consisteix en la col·locació a la punta de la llengua d'un tros de paper de filtre impregnat amb una solució de PROP 10 mM i, un altre, amb aigua destil·lada, el qual serveix com a control. Després de fer-ho, els subjectes han de diferenciar quin dels dos presentava sabor amarg i assignar-li una puntuació per a la intensitat de sabor detectada amb una escala també estandaritzada.

Amb els resultats, els investigadors intenten confirmar la seua hipòtesi prèvia que estableix que, els individus tipificats com no-gustadors deuen presentar major preferència per les mostres tastades, mentre que, aquells tipificats com supergustadors presentarien menor preferència per aquests.

Altres estudis relacionats es basen en la cerca d'una possible correlació entre el consum diari de vegetals de la família de les crucíferes, en una quantitat i qualitat adequada, i la prevenció de malalties cròniques. Així, amb ambdós tipus d'estudis, s'està intentant analitzar si el gen *TAS2R38* pot ser d'utilitat per a predir la preferència d'individus per certs aliments i identificar així grups de riscos per a certes patologies.

Un dels problemes d'intentar atribuir una relació directa entre les variants del gen *TAS2R38* i les percepcions i preferències alimentaries és que, a part de les diferències genètiques, en aquesta relació també hi poden intervindre altres factors com l'edat, el sexe, la cultura, els costums alimentaris, les experiències personals...

Aquesta influència externa s'observa també en la relació **genotip-fenotip**: mentre que el **genotip** correspon a la informació genètica que posseeix un organisme, aquesta no sempre es mostra com a tal **fenotípicament**, donat que, alguns trets, estan codificats per gens que interactuen de forma complexa amb diferents factors **ambientals**.

Amb aquesta activitat, els i les alumnes estarien posant en pràctica part del passos bàsics amb els que conta el **mètode científic**. Partint de l'observació externa que aquelles persones que detecten amb molta intensitat el sabor amarg característic del grup tiocianat tendeixen a refusar les crucíferes, els investigadors es pregunten si existeix una relació entre la expressió de les variants del gen *TAS2R38* i el grau de preferència per les crucíferes. Així s'estableix la hipòtesis que, en una "cata" cega d'aliments caracteritzats per presentar sabor amarg (fonamentalment crucíferes) en la que participaren individus dels tres fenotips per al gen *TAS2R38* i en la qual es demanaria als subjectes donar una puntuació al grau de sabor amarg detectat i al seu grau de preferència, aquelles persones caracteritzades fenotípicament com a supergustadores donarien, per una part, puntuacions més altes per al grau de detecció i, d'altra banda,

valoracions negatives per al seu grau de preferència mentre que, els no-gustadors, atribuirien valors baixos per al grau de detecció i positius per al grau de preferència.

A partir d'aquest punt, en la fase d'experimentació, entraria la participació dels i les alumnes donat que ells i elles correspondrien a subjectes participants de la "cata". A més, serien els responsables dur a terme la recopilació de dades i de discutir els resultats, amb la finalitat d'acceptar o refusar la hipòtesis i establir una conclusió.

NOTA: teòricament, amb el mètode de paper de filtre impregnat amb PROP, únicament es pot intentar establir el fenotip per al gen *TAS2R38*. Donat que als i les alumnes se'ls ha donat una informació simplificada explicant-los que el gen presenta únicament dos al·lells distints i s'ha obviat l'existència d'altres, corresponents als diferents haplotips menys freqüents, se'ls demanarà també, mitjançant el mètode de paper de filtre, que establisquen els genotips corresponents a la seua capacitat de percebre el PROP basant-se en aquests dos únics al·lells.

SESSIÓ 3 (1 hora)

La tercera sessió s'emprarà per a fer conèixer el tipus d'herència del gen *TAS2R38*, i per a que, amb els nous coneixements i les dades recopilades, els i les alumnes elaboren els resultants pedigris i comproven i raonen si les representacions obtingudes s'ajusten a les esperades.

BASE TEÒRICA DE L'EXPERIÈNCIA

Els individus diploides presentem dos al·lells de cadascun dels nostres gens, entre els quals es poden establir diferents relacions. En el cas que ens ocupa, cap dels dos al·lells per al gen *TAS2R38* (S o N) domina sobre l'altre sinó que, quan aquests s'expressen junts, donen lloc a un fenotip intermedi al dels dos homozigots. Aquest tipus d'herència s'anomena **herència intermèdia** i es diu que el caràcter, en aquest cas, la capacitat de detecció del sabor amarg dels compostos que presenten el grup tiocianat, presenta **dominància incompleta**.

Encara que els principis de l'herència són els mateixos en l'ésser humà i en altres organismes, l'estudi de les característiques genètiques humanes presenta alguns obstacles importants com: la impossibilitat de controlar els encreuaments genètics (en altres organismes, els genetistes poden realitzar encreuaments específics per a avaluar les seues hipòtesis sobre l'herència); el temps de generació (en humans, aquest és d'al voltant de vint anys, el que implica que, en el cas que els genetistes pogueren controlar els encreuaments genètics, deurien esperar, com a mitjana, uns quaranta anys per a observar la segona generació) i el reduït nombre de descendents (generalment, la grandària de la família humana és reduïda, el que condueix a que siga pràcticament impossible determinar proporcions mendelianes clares a partir de les dades d'una mateixa família, donat que, inclús les proporcions genètiques més simples, requereixen, per a la seua "observació", d'un nombre substancial de descendents per família).

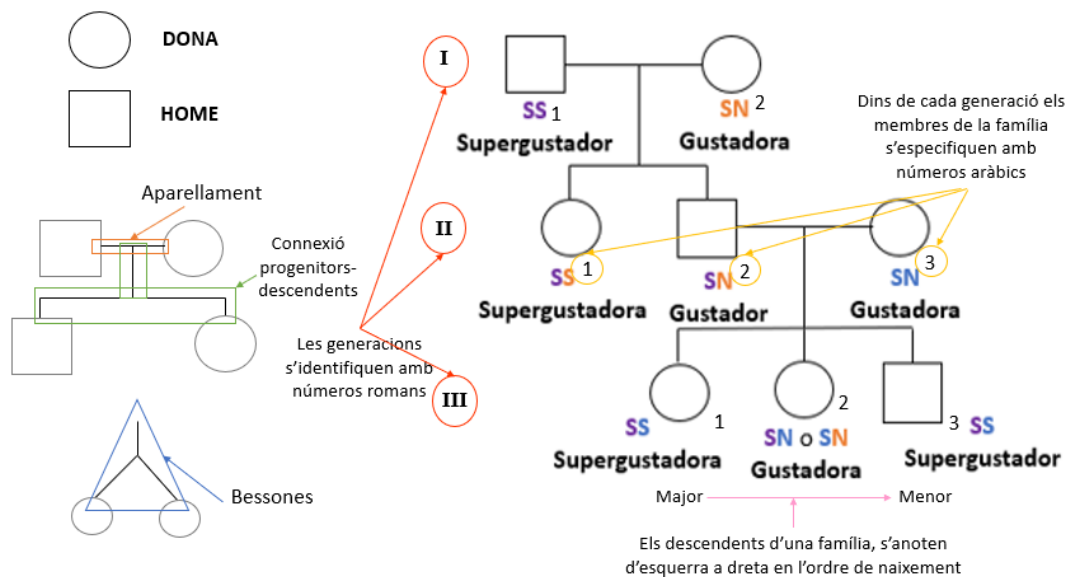
Tot i que aquestes restriccions fan més complexos els estudis genètics humans, la compressió de l'herència humana és importantíssima. Per això, els genetistes s'han vist forçats a desenvolupar tècniques especialment adequades a la biologia i cultura de l'home:

Una de les tècniques més emprades per a estudiar l'herència genètica és el **pedigrí**. Un pedigrí és una representació gràfica de la història d'una família, essencialment, un arbre genealògic en el que es senyala l'herència d'una o varies característiques. Aquestes representacions es duen a terme emprant una simbologia estandaritzada i generalitzada que permet que qualsevol individu al que se li entregue un pedigrí i tinga els coneixements necessaris sobre la simbologia, pugui obtenir una interpretació objectiva i correcta d'aquest.

A pesar que s'han establert gran quantitat de símbols, en aquest cas, únicament són necessàries aquestes consideracions:

- Les dones es representen en el pedigrí amb un cercle.
- Els homes amb un quadrat.
- Una línia horitzontal entre els símbols d'una dona i un home significa aparellament.
- Els descendents es connecten amb els seus progenitors mitjançant línies verticals que s'estenen davall dels pares.
- Els bessons són representats per línies diagonals que s'estenen des d'un punt comú.
- Cada generació s'identifica en el pedigrí amb un número romà. Dins de cada generació els membres de la família s'identifiquen amb números aràbics.
- Els descendents de cada família s'anoten d'esquerra a dreta en l'ordre de naixement.

A les elaboracions dels i les alumnes, aquests i aquestes hauran d'incloure davall de cada símbol el genotip i fenotip corresponent a l'individu (Il·lustració 7).



Il·lustració 7. Recopilació dels símbols i les consideracions a tindre en compte a l'hora de dur a terme els pedigrís corresponents a l'activitat. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Power Point.

SESSIÓ 4 (1 hora)

A la quarta sessió, es subdividirà al grup amb la finalitat de dur a terme una pluja de idees per a plantejar l'activitat de Primària. Seran els i les alumnes els que hauran de decidir quin dels conceptes tractats voldran transmetre a l'alumnat del col·legi, a més de proposar una possible manera de fer-ho.

SESSIÓ 5 (1 hora)

Aquesta sessió es dedicarà al desenvolupament i l'elaboració del material necessari per a l'activitat a Primària.

SESSIÓ 6 (1 hora)

En l'última sessió es durà a terme un simulacre del taller per a que tots i totes les alumnes es troben segurs i segures del seu paper i per, si fora necessari, ajustar qualsevol dificultat que es presente. A més, es repetirà el test "Kahoot!" dut a terme en la primera sessió per comprovar si els i les alumnes han millorat els seus coneixements.

FASE II- REALITZACIÓ DEL PROJECTE EN BATXILLERAT

Quatre de les sis sessions planificades en la **FASE I** es van poder desenvolupar tal i com s'havia previst: la primera d'aquestes, va correspondre a una sessió teòrica de conceptes bàsics de genètica, en la qual es va introduir i contextualitzar el projecte "GENÈTICA I GUST". Les dues següents, van ser les sessions pràctiques i experimentals i, en la quarta sessió, es va plantejar i organitzar el taller per a Primària. Pel que fa a la cinquena i sisena sessió, aquestes no es van poder dur a terme degut a la situació excepcional viscuda pel COVID-19.

SESSIÓ 1 (1 hora)

Prèviament a la presentació del projecte, es va procedir a la realització d'un qüestionari a través de la ferramenta online "Kahoot!" amb la finalitat d'avaluar els coneixements previs sobre diversos aspectes bàsics de genètica que es treballarien al llarg del projecte (veure Annex 1).

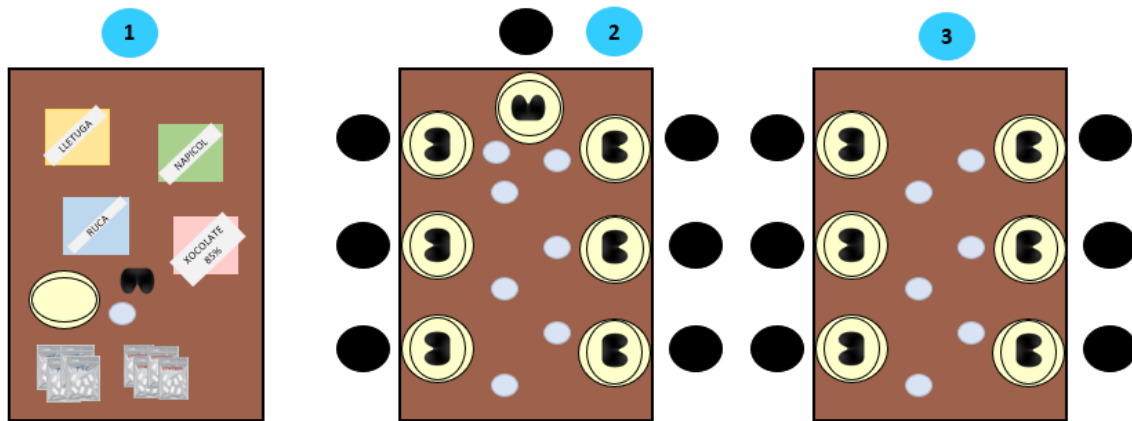
A continuació, es va repartir a cada estudiant un *quadernet de laboratori* (veure Annex 2) i es va realitzar la contextualització del projecte "GENÈTICA I GUST" i la presentació teòrica dels conceptes establerts en la FASE I (veure Annex 3).

SESSIÓ 2 (2 hora i mitja)

A la SESSIÓ 2 es van dur a terme les següents activitats:

- **ACTIVITAT 1: "CATA" CEGA**
- **ACTIVITAT 2: DETERMINACIÓ DELS FENOTIPS I GENOTIPS PER AL GEN *TAS2R38***
- **DISCUSSIÓ ACTIVITATS 1 i 2**
- **EXPLICACIÓ ACTIVITAT 3 (ACTIVITAT 3: RECOPIACIÓ DE DADES (a casa)).**

Prèviament a l'arribada dels i les alumnes, es va organitzar el laboratori de Ciències Naturals en tres llocs de treball. Es va comptar amb tres bancades diferents, dos d'elles per als i les alumnes i una tercera per a depositar els diferents materials de la sessió (II-Il·lustració 8).



Il·lustració 8. Representació de la distribució del laboratori de Ciències Naturals del IES Comarcal.
 Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb BioRender.com.

BANCADA 1	BANCADES 2 I 3
<p>Es van dur preparats i tallats en trossets individuals els quatre aliments triats per a dur a terme l'experiment. Aquests es trobaven en "tuppers" opacs per impedir que l'alumnat els poguera visualitzar abans de la tasta i les seues sensacions quedaren condicionades. Els aliments van ser:</p> <p style="text-align: center;">Lletuga Napicol (crucífera) Ruca (crucífera) Xocolata 85%</p>	<p>En el lloc de treball de cada alumne es van col·locar un plat de paper, un got d'aigua i un antifaç. A més, cadascun d'ells havia de presentar el quadernet entregat en la SESSIÓ 1 en el qual devien apuntar tots els resultats i discussions de les activitats.</p>

Una vegada van arribar els i les alumnes, se'ls va explicar breument en que anaven a consistir les diferents activitats que s'anaven a dur a terme en la sessió.

L'objectiu de l'activitat era que els i les alumnes estudiaren i comprovaren si la capacitat de detecció del sabor amarg està directament associada amb una percepció desagradable d'aquest, la qual pot implicar refús o molt poca preferència per aliments que es caracteritzen per aquest sabor. Per a arribar a la conclusió, havien de relacionar els resultats obtinguts en una "cata" cega (**Activitat 1**) amb els fenotips i genotips determinats per al gen *TAS2R38* (**Activitat 2**).

Activitat 1: "CATA" CEGA

La dinàmica de la "cata" va ser la següent: amb ajuda d'una companya, se'ls va donar als i les alumnes (els i les quals presentaven els ulls tapats amb un antifaç) a provar quatre aliments distints que presentaven un grau d'amargor diferent. L'ordre d'aquests va ser: lletuga, napicol, ruca i xocolata 85% (Il·lustració 9). Se'ls va suggerir que begueren aigua entre tasta i tasta per evitar interferències als resultats.

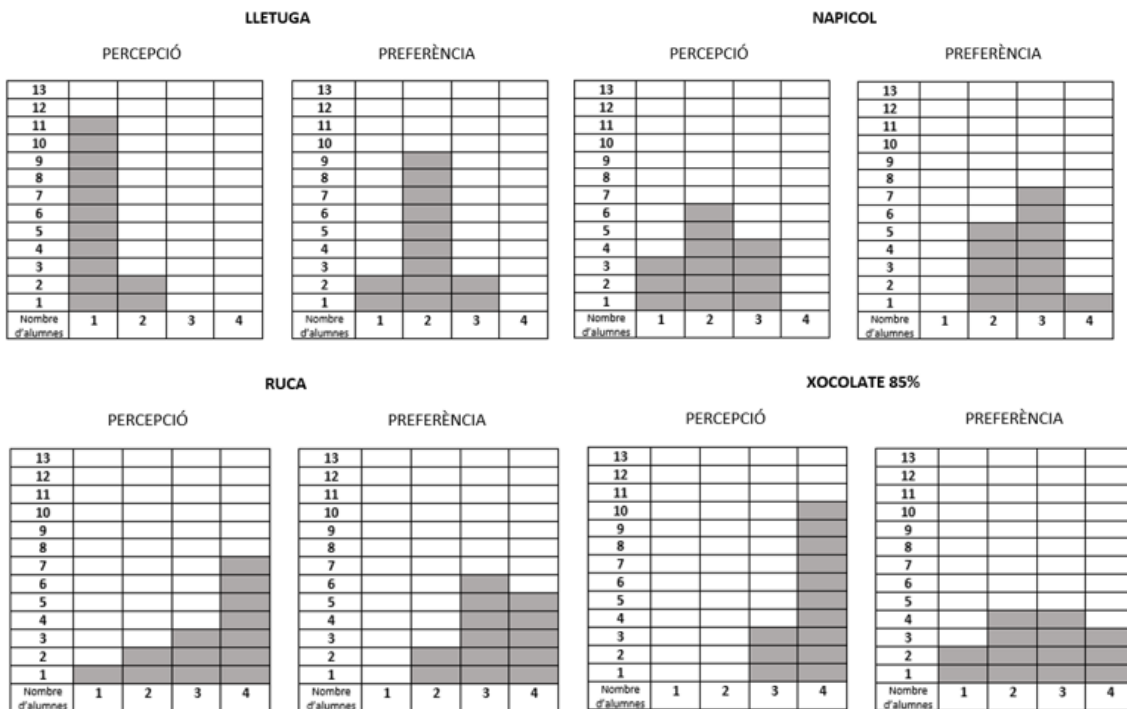


Il·lustració 9. Representació de la dinàmica de la "cata" cega. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Pitxon.com.

Entre la tasta de cadascun dels aliments, els i les alumnes havien de classificar-los, d'una banda, pel seu grau d'amargor i; d'un altra, pel seu nivell de preferència personal (classificació hedònica). Per a la puntuació, van haver d'utilitzar les següents escales:

- Grau d'amargor:
 - 1: Gens amarg
 - 2: Poc amarg
 - 3: Amarg
 - 4: Molt amarg
- Preferència:
 - 1: M'encanta
 - 2: M'agrada
 - 3: Puc tolerar-lo
 - 4: No m'agrada gens

Una vegada provats i puntuats tots els aliments de forma individual, es van posar en comú tots els resultats a la pissarra i es va realitzar un gràfic de barres de cadascuna de les classificacions amb la finalitat d'obtindre una representació visual que facilitara, posteriorment, debatre la possible relació percepció-preferència (**Il·lustració 10**).



Il·lustració 10. Resultats obtinguts en la "cata" cega (n=13). Es representen les puntuacions que els i les tretze alumnes van donar per al grau de percepció i de preferència per a cadascuna de les quatre tasts. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Word.

Activitat 2: DETERMINACIÓ DELS FENOTIPS I GENOTIPS PER AL GEN TAS2R38

La capacitat de resposta al sabor amarg es va determinar utilitzant un mètode de paper de filtre. Es va demanar a cada alumne i alumna que provara dos tires d'aquest paper: la primera d'elles no estava modificada i servia com a control, mentre que la segona estava impregnada de PROP i permetia la determinació fenotípica i genotípica. Per a fer-ho, se'ls va plantejar les tres possibles situacions que podrien donar-se, les quals corresponen a:

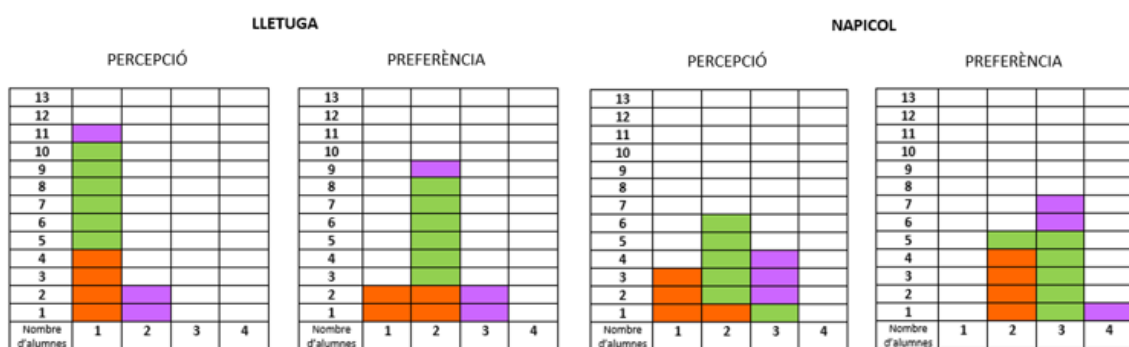
1. Les dos tiretes saben a paper: en aquest cas, la persona seria **no-gustadora**. Genèticament presentaria els dos al·lels no-gustadors (NN).
2. Una de les tiretes sap un poc amarga metre que l'altra a paper, la persona seria **gustadora**. Genèticament presentaria un al·lel gustador i un al·lel no-gustador (SN).
3. Una de les tiretes sap realment amarga i desagradable mentre que l'altra a paper, la persona seria **supergustadora**. Genèticament presentaria els dos al·lels gustadors (SS).

Així, cadascun d'ells i elles, va conèixer el seu genotip i fenotip per al gen PTC (Il·lustració 11).

13			
12			
11			
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			
Nombre d'alumnes	No gustadors NN	Gustadors SN	Súpergustadors SS

Il·lustració 11. Resultats dels genotips i fenotips obtinguts per al gen *TAS2R38* (n=13). Distribució dels tres possibles fenotips del gen *TAS2R38* dels tretze participant. Es representen amb color taronja als no-gustadors (NN), amb verd als gustadors (SN) i amb morat als supergustadors (SS). Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Word.

Posteriorment, aquesta informació va ser incorporada, amb els colors mostrats, a les gràfiques prèviament realitzades (Il·lustració 12).





Il·lustració 12. Resultats obtinguts en la "cata" cega (n=13). Adaptació de la Il·lustració 10. S'incorpora la informació corresponent al fenotip de cada individu mitjançant el codi de colors prèviament establert: es representen amb color taronja, als no-gustadors (NN); amb verd, als gustadors (SN) i amb morat als supergustadors (SS). Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Word.

DISCUSSIÓ ACTIVITATS 1 I 2

Amb totes les dades recopilades, es va procedir a la discussió dels resultats. Per a guiar-los en la discussió, se'ls van suggerir preguntes com: *existeix una correlació clara entre el grau de sabor amarg detectat i les preferències personals? Quin és l'aliment amb el qual es pot veure millor la relació percepció-preferència? Mostra la detecció del sabor amarg en algun dels aliments resultats pareguts als obtinguts amb el PROP? A què creus que es pot deure aquesta variabilitat? Quins factors podrien estar influint en els resultats?*

Se'ls va deixar una estona per reflexionar i apuntar a la pissarra diferents aspectes clau que podrien contestar a les preguntes (Il·lustració 13) i, posteriorment, sobre les gràfiques obtingudes i les conclusions a les que havien arribat, es va fer la discussió i l'explicació teòrica de l'activitat.



Il·lustració 13. Suggeriments dels i les alumnes d'aspectes a tindre en compte a l'hora de la discussió. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Power Point.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIÓ REALITZADA AMB ELS ALUMNES EN BASE ALS RESULTATS OBTINGUTS

En primer lloc, es van analitzar els resultats obtinguts per a cadascun dels aliments de forma individual (Il·lustració 12):

Pel que fa a la **lletuga**, es va fer conèixer als i les alumnes que aquesta no correspon a un vegetal del grup de les crucíferes i que, tal i com els resultats suporten, no se li assignaria, com a sabor detectat principal, sabor amarg. En quant a les diferents puntuacions per al grau de preferència, en aquest aliment, la majoria de la variabilitat va ser relacionada amb un major o menor consum diari d'aquesta.

El **napicol**, per la seua part, el qual sí és una crucífera, va servir com a aliment clau per a extrapolar els resultats obtinguts per a la caracterització fenotípica i genotípica per al gen *TAS2R38*: en la representació corresponent a la percepció del sabor amarg d'aquest aliment, es van poder diferenciar tres grups que coincidien pràcticament amb els tres grups fenotípics establerts amb la prova del PROP. A més, els resultats corresponents a les preferències, van permetre establir certa relació lineal percepció-preferència.

Encara que els resultats per a la **ruca** (la qual s'inclou també dins del grup de les crucíferes), no van permetre l'observació d'una relació entre la detecció del sabor amarg d'aquesta i la del PROP tan clara com en el cas del napicol, van servir per començar a introduir alguns aspectes interessants que posaven en dubte la possible relació lineal percepció-preferència. Aquests aspectes, van agarrar més pes al analitzar els resultats obtinguts per al **xocolate**. Encara que el sabor amarg d'aquest aliment va ser percebut amb intensitat per la majoria dels i les alumnes, en aquest punt, se'ls va comunicar que, segurament, aquesta percepció no seria resultat de la interacció d'un compost amb el grup químic tiocianat (com el cas dels isotiocianats en les crucíferes) amb el receptor codificat pel gen *TAS2R38*, sinó que hi participarien altres compostos i receptors. Però, malgrat que la detecció va ser significativa, aquesta no va estar acompanyada únicament amb puntuacions negatives en relació amb la preferència, el que va suggerir als i les alumnes que, la detecció d'un sabor que, *a priori*, pot ser desagradable, com és el cas del sabor amarg, no té perquè associar-se amb un refús o poca preferència pels aliments que el tenen.

En base a les observacions i comentaris realitzats, l'alumnat va deduir que, donat que únicament el napicol i la ruca presenten compostos capaços d'interaccionar amb el receptor d'interés, les gràfiques que havien d'utilitzar per a relacionar els resultats obtinguts per a la detecció del sabor amarg del compost PROP (Il·lustració 11), havien de ser les obtingudes per a la percepció d'aquests dos aliments. Així, amb els resultats obtinguts per al napicol, es va confirmar que **les diferents variants genètiques del gen *TAS2R38* influeixen en la capacitat de detecció del sabor amarg característic de compostos que presenten el grup tiocianat** (donat que la majoria dels no-gustadors no van detectar sabor amarg al tastar el napicol; gran part dels gustadors van percebre cert sabor amarg i tots els supergustadors van notar sabor amarg de forma significativa).

D'altra banda, els resultats no tan coincidents per a la ruca van permetre afegir que s'havia de tindre en compte que, encara que aquests dos aliments són crucíferes i presenten un alt contingut en isotiocianats, també **presenten altres tipus de compostos** que poden presentar sabor amarg, els quals interaccionaran amb altres receptors (per als quals no tenim informació) i que, per tant, no necessàriament els individus dels tres grups fenotípics establerts havien de coincidir en la puntuació per a la percepció del sabor amarg en la tasta d'aliments.

En quant a l'anàlisi de la relació percepció-preferència, amb els resultats obtinguts per a tots els aliments, s'hi va concloure que, encara que la capacitat personal que presente un individu per a detectar amb major o menor intensitat el sabor d'un compost, la qual pot vindre determinada per factors genètics, pot influir en les seues preferències personals per aliments que presenten el compost, hi ha molts altres factors que poden influir, com per exemple, les experiències personals amb un aliment (es va parlar el típic cas d'un aliment que durant un temps t'agrada molt però que un dia et senta mal i a partir d'eixe moment ja no vols tornar a tastar-lo); els costums alimentaris (en aquest punt es va incloure, a part dels hàbits relacionats amb la cultura i la religió, la influència de les preferències que els pares, les mares o les persones amb les que els i les alumnes viuen, ja que hi ha moltes vegades que, els gustos de les persones que s'encarreguen de l'elaboració del menjar condicionen els plats inclosos en la dieta diària); l'aspecte, textura i olor dels aliments (moltes vegades, altres característiques independents del gust poden influir en el diferent grau d'acceptació d'un aliment); l'edat; el sexe...

En aquest punt, es va aprofitar per a tornar a conscienciar dels beneficis que aporta el consum de crucíferes i es va utilitzar el debat dut a terme per a suggerir als i les alumnes que havien detectat amb molta intensitat el sabor amarg de les crucíferes (majoritàriament als supergustadors i alguns gustadors), que podien provar a combinar-les en altres aliments de forma que el sabor que per a ells i elles és desagradable quedara emmascarat; a introduir-les poc a poc a la seua dieta diària...

Per a finalitzar, es va explicar als i les alumnes que, d'alguna manera, la idea d'aquesta relació no directa entre les percepcions i les preferències que es veu influïda per factors externs, podia aplicar-se a conceptes de genètica. Donat que s'havia explicat en la primera sessió i, a més, ells i elles havien practicat els termes a l'Activitat 2, sabien que el **genotip** correspon a la informació genètica que presenta un individu, mentre que el **fenotip** és la manifestació visual d'aquesta informació. Es va destacar que, en aquesta manifestació, hi ha una gran influència de la interacció dels gens (genotip) amb diversos tipus de factors externs, els quals s'engloben conjuntament dins el concepte d'**ambient**.

Es va creure oportú mencionar que, encara que en alguns casos aquest ambient és independent de les nostres accions, en molts altres, la nostra forma d'actuar o el nostre estil de vida pot influir, i ja no sols en les manifestacions de la nostra vida, sinó, també, en la dels demés. Va sorgir així un interessant debat sobre malalties multifactorials i sobre la influència que poden tindre els nostres actes en la personalitat d'alguns individus.

EXPLICACIÓ ACTIVITAT 3



Il·lustració 14. Representació del material entregat per a dur a terme l'activitat 3. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb BioRender.com.

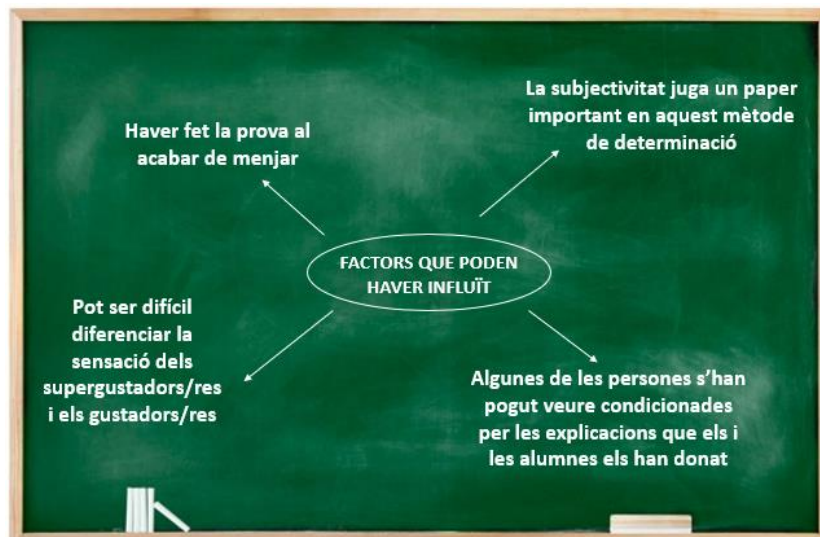
Per tal de fer conèixer i explicar el tipus d'herència del gen *TAS2R38* en la SESSIÓ 3, al final d'aquesta sessió, se'ls va donar als i les alumnes una bosseta amb trossets de papers de filtre control i un altra, papers de filtre impregnats amb PROP (Il·lustració 14). L'alumnat havia de buscar certs individus que estigueren relacionats genèticament (com a mínim un pare, una mare i un fill o filla) i realitzar-los la prova del PROP tal com ells i

elles l'havien dut a terme. També devien informar-los de les tres possibles situacions i anotar al seu quadernet el genotip i fenotip corresponent a cadascun d'ells (aquesta recerca de dades va correspondre a l'Activitat 3).

SESSIÓ 3 (1 hora)

La sessió va començar amb l'explicació teòrica de l'herència del gen *TAS2R38* i del fonament de la realització d'arbres genealògics. Amb aquests coneixements i les dades recopilades a casa (Activitat 3), els i les alumnes van haver de realitzar els corresponents pedigrís, a més d'analitzar i debatre si els resultats obtinguts concordaven amb la teoria explicada.

Donat que alguns dels resultats no havien quadrat, es va aprofitar per conscienciar als alumnes que, en l'àmbit científic, moltes vegades els resultats no són els esperats i que, en aquest punt, és important fer un temps de reflexió i anàlisi per veure què pot haver fallat per tal de rectificar i millorar-ho. Així, aquests van suggerir alguns dels factors que podrien haver influït als resultats (Il·lustració 15).



Il·lustració 15. Sugerències dels i les alumnes de diferents factors que podien haver influït a l'hora de la determinació fenotípica i genotípica del gen *TAS2R38*. Il·lustració d'elaboració pròpia creada amb Power Point.

SESSIÓ 4 (1 hora)

Aquesta sessió es va dedicar per a plantejar el taller que es duria a terme en primària. En un primer moment, es van repartir els i les alumnes en dos grups de sis i set persones i se'ls va donar uns minuts per a que pensaren, en primer lloc, quina era **la idea que volien transmetre als alumnes de Primària**. Passats aquests, es van posar les propostes en comú i es va arribar a que aquesta seria "l'herència genètica" ("som una mescla del nostre pare i la nostra mare").

Una vegada triat, se'ls va demanar als dos grups que pensaren quina era la **manera més adequada de transmetre-la**. Ambdós van decidir en consens que es realitzaria mitjançant una gimcana. Tenint en compte que el nombre d'alumnes de la classe de Primària seria d'aproximadament trenta, es va creure que el millor seria realitzar sis jocs en els quals

participaren un màxim de cinc persones i que, superat cadascun d'ells, se'ls entregaria una recompensa, de forma que, una vegada aconseguides totes, es podria arribar a la conclusió i objectiu final de la gimcana. A més, es va creure convenient que no es deuria perdre l'essència del treball realitzat en Batxillerat, així, s'intentarien introduir, encara que fora de forma indirecta, alguns dels conceptes tractats a les diferents sessions. Amb aquestes idees, es van organitzar els tretze alumnes en cinc parelles i un trio per a que plantejaren un joc i el material necessari per a dur-lo a terme.

Al finalitzar-la, els sis grups van entregar el full amb la proposta de cadascuna de les proves que havien pensat i les idees que tenien per a l'elaboració del material. També, entre tots i totes, van decidir que les recompenses correspondrien a diferents caràcters que, en conjunt, permetrien formar la cara d'un xiquet. El procés de muntatge es realitzaria en una "taula final" en la qual es trobaria una il·lustració dels seus progenitors i un codi que servien com a suport per a fer la conclusió final de l'activitat. Va sorgir així la CRUCI-GIMCANA.

SESSIÓ 5 (1 hora)

La cinquena sessió no es va poder dur a terme. Aquesta haguera correspost a l'elaboració del material per a l'activitat de Primària.

SESSIÓ 6 (1 hora)

La sisena sessió no es va poder dur a terme. En aquesta, s'haguera realitzat un simulacre de l'activitat, a més de repetir el "Kahoot!" realitzat en la primera sessió (amb la incorporació de noves preguntes) per tal d'analitzar si els i les alumnes havien millorat els seus coneixements bàsics de genètica.

Donat que no ha pogut ser, però basant-me en les seues propostes, queda la següent proposta per al projecte de Primària:

PROPOSTA PROJECTE PRIMÀRIA

CRUCI-GIMCANA

En primer lloc, cal destacar que la classe a la que anava a estar dirigida l'activitat era 3er de Primària, en la qual la majoria dels alumnes tenen huit anys. Es veritat que, com s'ha comentat, la intenció era introduir al màxim, dins del possible, els conceptes tractats en les primeres sessions i que, la majoria dels jocs, tingueren com a temàtica central les crucíferes. En aquest punt, es creu que s'ha de tindre en compte que els aliments inclosos dins d'aquest grup poden ser desconeguts per a persones d'aquesta edat i que, açò, podria dificultar la superació de la prova. És per aquesta raó que, en la descripció detallada de cadascun dels jocs, s'inclou una breu explicació del plantejament utilitzat per a l'elaboració del material.

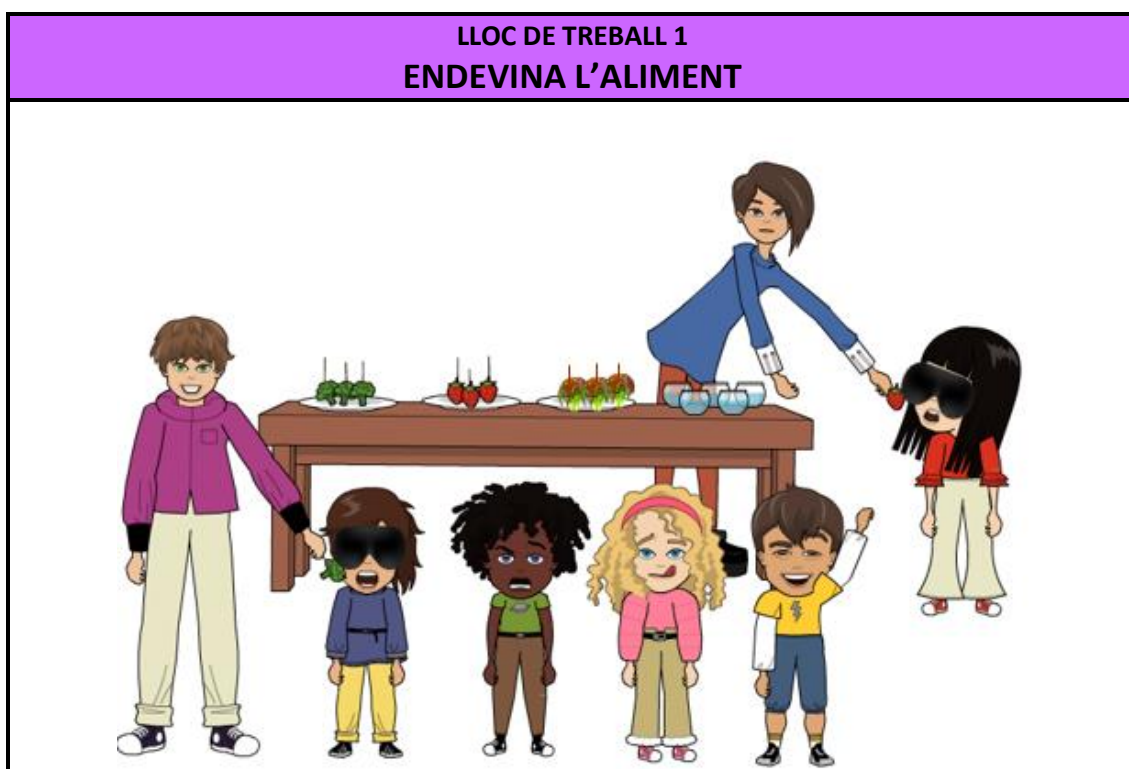
Tot el material és d'elaboració pròpia i està pensat de tal forma que, si l'activitat volguera dur-se a terme tal i com està, aquest es podria imprimir i utilitzar directament (inclús la grandària de les diferents recompenses, que corresponen a diferents parts de la cara d'un xiquet, estan

preparades per a que, al muntar-les, aquesta quadre perfectament). De tota forma, donat que l'activitat queda com una proposta i podria dur-se a terme en altres cursos, en el material adjuntat s'inclouen plantilles sense contingut per a poder adaptar l'activitat en funció de l'edat (afegir o canviar targetes, crear nous models...).

La CRUCI-GIMCANA compta amb sis jocs distints, els quals s'han de dur a terme en llocs de treball diferenciats. En cadascun d'aquests llocs hi haurà, per duplicat, una targeta explicativa del joc en qüestió (veure Annex 4) i el material necessari per a la seua realització (especificat a continuació en la descripció detallada), a més d'una recompensa (veure Annex 5) per a cadascun dels grups. Aquesta està preparada per a sis grups de participants, els quals començaran en una prova diferent i, una vegada superada, passaran a la següent mitjançant un moviment rotatori (la duplicació dels jocs, en principi, permetrà que no hi haja solapament o temps d'espera entre joc i joc). A més, la gimcana compta amb un espai addicional, al qual arribaran tots i totes les participants una vegada obtingudes totes les recompenses. En aquest, es trobarà el material necessari per a arribar a la conclusió final (especificat més avant).

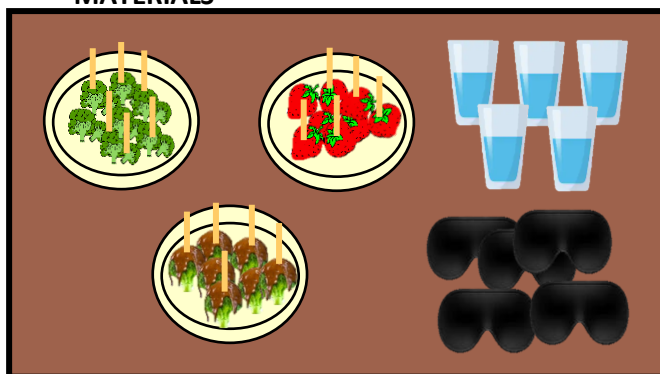
Si s'haguera pogut dur a terme l'activitat amb el grup de Batxillerat (13 alumnes), la distribució dels alumnes haguera sigut la següent: en cada lloc de treball es trobarien dos alumnes que treballarien conjuntament sempre i quan hi haguera un únic grup de participants, però ho farien de forma separada en el cas que arribara un segon. L'alumne restant, estaria vigilant que els i les xiquetes seguiren l'ordre de les proves de forma correcta. Quan la majoria dels grups estigueren en l'última prova, els i les alumnes encarregats de fer la conclusió final es traslladarien a la "taula final" on esperarien a l'alumnat. És a dir, es creu convenient que hi haja un mínim de dos alumnes per joc, a més d'alguna persona externa que controle que tot està funcionant correctament.

A continuació, es descriuen detalladament els diferents jocs:



MATERIALS

- PLATS
- “PALILLOS”
- ANTIFAÇOS
- GOTS D’AIGUA
- ALIMENTS A ENDEVINAR*



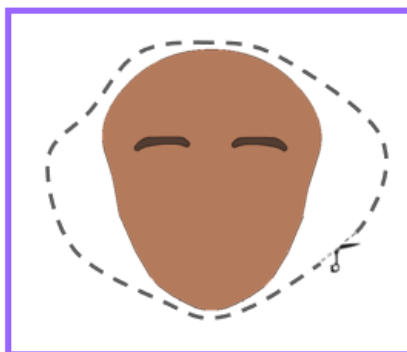
*És important que en aquest punt es tinga en compte si algun dels participants és al·lèrgic a algun aliment (el professor de Primària deuria informar-se abans i comunicar-ho prèviament a la realització de l’activitat).

DINÀMICA DEL JOC

Els diferents participants deuran, amb els ulls tapats en un antifaç, endevinar l’aliment que els i les alumnes de Batxillerat els donaran. Se’ls donarà a provar cadascun dels aliments a tots els i les alumnes alhora, els quals disposaran d’un minut per a assaborir-lo i pensar de què es tracta. És important que durant aquest minut no diguen res en veu alta per a deixar així a la resta de companys i companyes endevinar-ho. Passat aquest minut, aquests deuran posar en comú la seua resposta i donar una decisió conjunta. Serà necessari que els i les alumnes endevinen **tres aliments** per a poder aconseguir la recompensa i passar a la següent prova.

Nota: seria recomanable que begueren un poc d’aigua entre cada una de les tasses per a evitar interferències.

RECOMPENSA



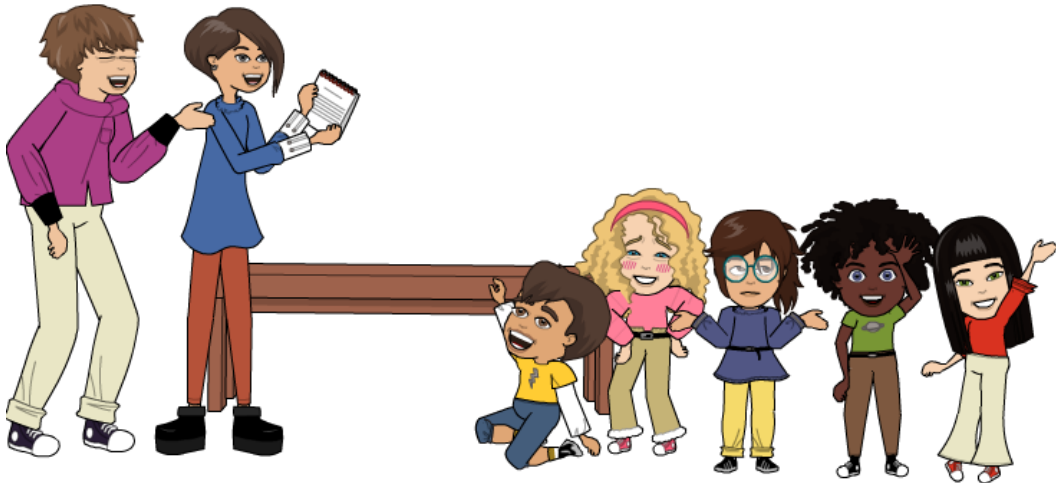
PLANTEJAMENT MATERIAL

Seria convenient que algun dels aliments corresponga a una de les crucíferes més conegudes, com el bròquil o el nap. A més, seria interessant que, en algun dels casos, se’ls donara a provar la crucífera elegida però mesclada en un altre aliment, com per exemple, amb xocolata, de forma que el sabor amarg quedara emmascarat. Així, aquesta part de l’experiència podria ser utilitzada en la conclusió final per a introduir la relació “GENOTIP + AMBIENT = FENOTIP”.

Com és possible que algun grup no siga capaç d’endevinar aquest tipus d’aliments, es podria, en cas de que es creguera que s’està tardant molt en superar la prova per aquesta raó, reajustar el temps de les tasses i donar-los un aliment conegut i fàcil d’endevinar.

Com a proposta per als aliments: maduixes, bròquil, nap, bròquil o nap amb xocolata, plàtan, poma, pera...

LLOC DE TREBALL 2 CRUCI-ENDEVINALLES



MATERIALS

-TARGETES ENDEVINALLES (veure Annex 6)

DINÀMICA DEL JOC

Un dels alumnes de Batxillerat llegirà cada una de les pistes de les diferents endevinalles. Entre cadascuna, els i les participants podran, si han alçat la mà i quan se lis done el torn de paraula, contestar quina podria ser la resposta. Se'ls donarà, per a tots i totes, tres oportunitats entre cadascuna de les pistes i, s'intentarà que, en cada torn, participen diferents xiquets i xiquetes. Una vegada encertada l'endevinalla, es passarà a la següent seguint el mateix mecanisme. S'haurà d'esbrinar la **resposta de tres endevinalles** per a superar la prova i obtindre la corresponent recompensa.

RECOMPENSA



PLANTEJAMENT MATERIAL

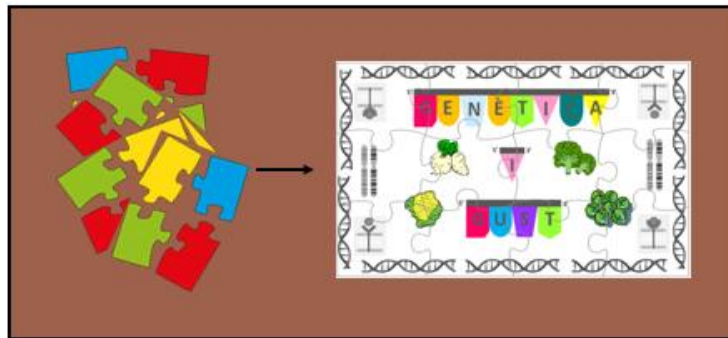
D'igual forma que al joc anterior, es creu convenient que algun dels aliments a endevinar corresponga a una de les crucíferes més conegudes. Una possible idea seria començar amb aquestes endevinalles i, en funció de com s'estiga desenvolupant l'activitat, reajustar temps o elegir endevinalles més fàcils per impedir que es perga molt de temps per aquesta raó.

LLOC DE TREBALL 3 CRUCI-PUZLE



MATERIALS

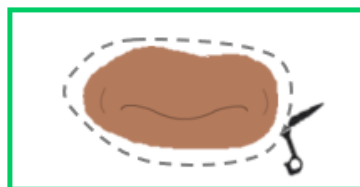
-PUZLES (veure Annex 7)



DINÀMICA DEL JOC

Per a **superar la prova**, entre tots i totes les participants hauran de **muntar dos puzles** en el mínim temps possible. Per a fer-ho, els i les alumnes trobaran les peces d'ambdós puzles mesclades cara cap avall, de forma que, hauran de diferenciar-les i classificar-les prèviament al muntatge.

RECOMPENSA



PLANTEJAMENT MATERIAL

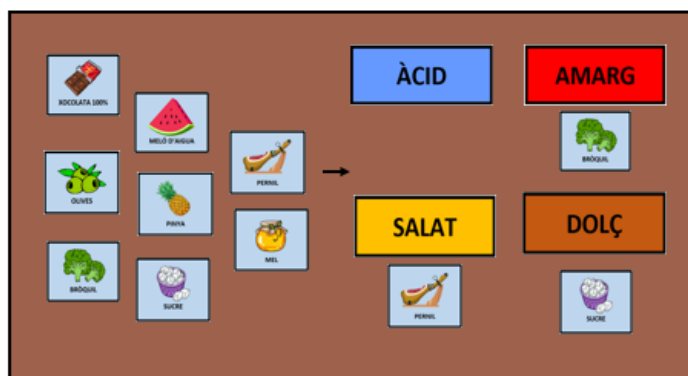
Donat que en aquest joc els i les participants únicament han de muntar un puzle sense necessitat de tindre coneixements sobre el que aquests representen, s'ha aprofitat per a realitzar com a possibles models d'aquests, per una banda, la portada del quadernet dels alumnes de Batxillerat, la qual inclou representacions de conceptes bàsics de genètica i; d'altra, una representació d'un exemple d'arbre genealògic de l'herència del gen *TAS2R38*.

LLOC DE TREBALL 4 CRUCI-RELACIONA



MATERIALS

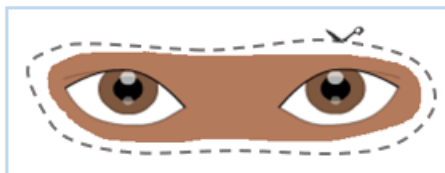
-TARGETES CRUCI-RELACIONA
(Veure Annex 8)



DINÀMICA DEL JOC

A la taula, els i les alumnes trobaran cartes amb **imatges de diferents aliments** i el nom corresponent. Aquests i aquestes deuran, conjuntament i en el mínim temps possible, **classificar-les segons el sabor bàsic predominant d'aquests**. Una vegada aconseguit el repte, se'ls donarà la corresponent recompensa i podran passar a la prova següent.

RECOMPENSA



PLANTEJAMENT MATERIAL

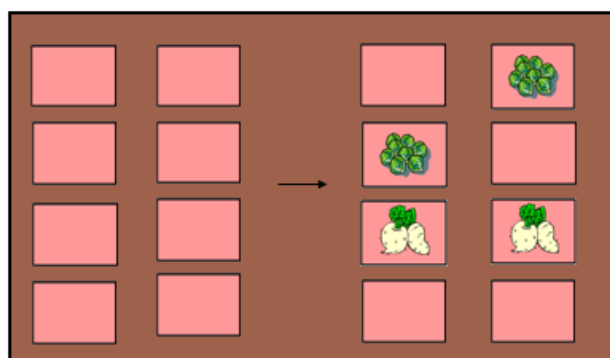
En aquest punt, s'han intentat triar aliments coneguts per als alumnes. Per al sabor amarg, no s'han inclòs únicament crucíferes per intentar facilitar la prova.

LLOC DE TREBALL 5 CRUCI-MEMORY



MATERIALS

-TARGETES CRUCI-MEMORY (veure Annex 9)



DINÀMICA DEL JOC

Amb les cartes boca per avall, els i les alumnes hauran de **trobar les diferents parelles idèntiques** que estes amaguen. Tots i totes les participants es trobaran d'esquenes a la taula i aniran un a un, de forma alternant i rotatòria, girant-se per trobar les diferents parelles. Cada vegada que algú trobe una parella, les cartes d'aquesta quedaran destapades. Una vegada aconseguït el repte, se'ls donarà la corresponent recompensa i podran passar a la prova següent.

RECOMPENSA



PLANTEJAMENT MATERIAL

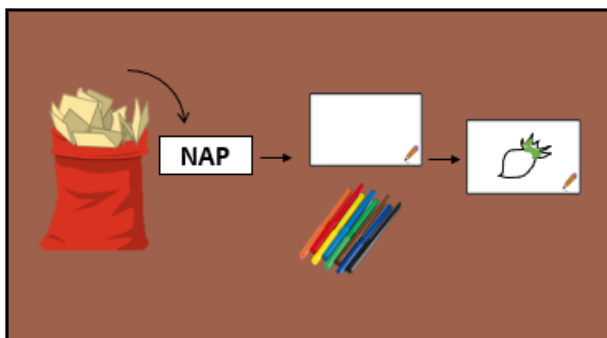
Donat que en aquesta prova els i les participants únicament han de buscar una parella visualment idèntica, es creu convenient que totes les cartes presenten imatges de crucíferes.

LLOC DE TREBALL 6 CRUCI-PINTURILLO



MATERIALS

- PAPER
- LLAPIS
- RETOLADORS DE COLORS
- BOSSA
- PAPERS CRUCI-PINTURILLO (veure Annex 10)

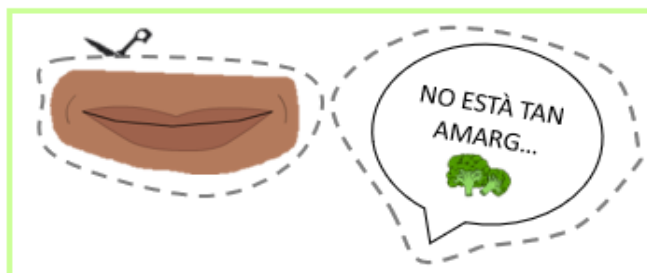


DINÀMICA DEL JOC

Un dels o de les participants agarrarà, d'una bossa que presentarà diferents paperets amb noms d'aliments, un d'aquests i tindrà un minut per dibuixar-lo i que la resta del grup endevine de que es tracta. Passat aquest minut, es repetirà el mateix procés però canviant l'alumne o la alumna que dibuixa. S'hauran **d'endevinar tres dibuixos** per a passar de prova i obtenir la recompensa.

En el cas que un o una dels participants que vaja a dibuixar agarrara un paper i no sabera de que es tracta, se li donaria l'opció d'agarrar un altre paper.

RECOMPENSA



PLANTEJAMENT MATERIAL


Donat que en el cas que un o una participant no conega l'aliment escrit al paper, aquest o aquesta pot triar un altre, s'ha aprofitat per introduir en els suggeriments algunes crucífers que podrien no ser tan conegudes per a aquests o aquestes. Així, si algun o alguna d'ells o elles si la coneix, aquesta quedaria introduïda, però, en el cas de no fer-ho, no suposaria cap problema per al desenvolupament de la prova.

Una vegada els grups hagen superat totes les proves i aconseguït totes les recompenses, deuran traslladar-se al lloc de treball 7:

LLOC DE TREBALL 7
CONCLUSIÓ FINAL

MATERIALS

-Material suport conclusió final (veure Annex 11)



DINÀMICA DE L'EXPERIÈNCIA
Arribats a aquest punt, els i les participants deuran muntar la cara resultant de la superposició de les diferents recompenses aconseguïdes. Quan tots els grups l'hagen format, els i les alumnes de Batxillerat encarregats de dur a terme la conclusió final de l'activitat, la realitzaran, comptant amb el suport d'una imatge dels progenitors de l'individu i un quadre corresponent a una mena de codi explicatiu del perquè del resultat obtingut.

MISSATGE QUE ELS I LES ALUMNES DE BATXILLERAT TRANSMITRIEN (ADAPTAT A PRIMÀRIA)

Podríem dir que, d'alguna manera, cadascun de nosaltres som una mescla del nostre pare i la nostra mare, però, encara que alguns dels nostres trets poden ser resultat d'una combinació intermèdia entre els seus trets, altres, poden ser més pareguts únicament als d'un d'ells. En aquests trets, no es fa referència únicament a aquells físics, com són el color dels ulls, la forma i color del cabell, la pigmentació de la pell o la grandària del nas o les orelles, sinó que també s'engloben característiques nostres que no són tan visibles, com és la nostra personalitat, la susceptibilitat a patir malalties i la capacitat de detectar alguns sabors. La informació per a totes les característiques que ens defineixen es troba escrita en un codi de quatre lletres a l'interior de cadascuna de les nostres cèl·lules. Encara que és veritat que per a molts dels nostres caràcters sí es manifesta el que està escrit, hi ha vegades en les que factors externs poden influir i canviar el que finalment es mostra. Per exemple, hi ha persones que detecten de forma molt amarga uns aliments anomenats crucíferes, les quals han estat representades en molts dels dibuixos, i incloses en les pistes i els aliments que vos hem fet provar. Segurament, molts i moltes de vosaltres no les coneixíeu i, si vos preguntarem a tots i totes com d'amargues vos han semblat quan les heu tastat a la

prova “endevina l’aliment”, no tots i totes ens contestaríeu el mateix. Mentre que alguns o algunes pot ser les heu trobat un sabor amarg molt fort, altres li’l haureu detectat amb menor intensitat. Però, hi hauria tantes opinions diferents si vos preguntarem com d’amargues vos han semblat quan les heu provat mesclades amb xocolata?

Aquesta diferent capacitat de detecció del sabor amarg també es troba escrita a l’interior de les nostres cèl·lules i encara que sabem que per a aquells i aquelles que el detecten molt fort, les crucíferes poden semblar indesitjables, vos hem de contar que aquestes són molt bones per a la salut i que, per a créixer sans, deuríeu intentar incloure-les a la vostra dieta. Com vos hem comentat abans, no tot el que està escrit té perquè manifestar-se, així que, si algun o alguna de vosaltres els nota un sabor molt fort, nosaltres vos animem a provar diferents receptes i mescles amb altres aliments. D’aquesta forma, no percebreu tant el sabor i no vos perdeu els seus beneficis!

COMENTARIS

Els diferents trets han sigut elegits amb la intenció de fer la conclusió el més visual possible. Cal destacar que, s’ha dut a terme una simplificació molt significativa i “dràstica” del que correspondria a l’herència dels diferents trets físics per tal de transmetre, de la forma més simple possible, la idea: “som una mescla del nostre pare i la nostra mare”. Encara que s’han simplificat la majoria d’aquests a trets monogènics amb una herència intermèdia (a excepció del color dels ulls que presentaria una herència dominant), a l’hora de triar-los a la SESSIÓ 4 se’ls va fer conèixer als i les alumnes de Batxillerat que en la manifestació d’aquests trets estan implicats molts més gens.

En aquest context, l’emascament del sabor amarg mitjançant la combinació amb altres aliments faria referència a l’ambient.

Es creu essencial que en aquest punt, una de les recompenses corresponga a una representació de la capacitat de la detecció del sabor amarg.

8. POSSIBLES DIFICULTATS A L’HORA DE DESENVOLUPAR EL PROJECTE

Una de les principals dificultats a l’hora de la preparació del material per a les sessions, va ser **decidir quins aliments s’utilitzarien per a dur la “cata” cega**. La idea clau era poder trobar una crucífera que permetera, dins del possible, establir una relació clara entre els resultats per a la percepció del sabor amarg per a aquesta i els del PROP, però a la vegada, introduir altres aliments que generaren la variabilitat necessària per a poder discutir amb els i les alumnes altres aspectes i facilitar la comprensió que el fenotip és resultat de la interacció del genotip amb l’ambient i la dificultat de valorar la base genètica d’alguns trets. Després de moltes “cates” amb diferents companys i companyes, analitzar resultats i valorar la combinació més adequada, es van triar els aliments especificats anteriorment.

A aquest nivell, un problema que s’haguera pogut donar era que algun o alguna dels o les alumnes fora al·lèrgic o al·lèrgica a algun dels aliments triats. Es per això que, prèviament a dur a terme les sessions, la professora de l’assignatura de Batxillerat va obtenir aquesta informació sobre l’alumnat.

Un altra consideració que es va tindre a l’hora del plantejament d’aquesta activitat va ser l’adaptació de les escales per a la puntuació dels aliments. En els estudis que s’han utilitzat per a plantejar l’activitat, s’empren escales graduals que van des del 1 al 9 i no s’estableixen límits ni significats clars per a cadascuna de les puntuacions. Es per això que, es va veure convenient establir una escala més reduïda (1-4) i especificar, per a cadascun dels punts, un límit, dins del possible, més o menys clar. Així, a més de facilitar la decisió als i les alumnes, seria més senzill aconseguir els resultats esperats.

D'altra banda, un dels punts que es va creure important tindre en compte a l'hora de la preparació de les sessions va ser que, encara que a la població global s'ha establert que aproximadament el 75% d'aquesta presenta la capacitat de detectar el sabor amarg dels compostos amb el grup tiocianat però que el 25% restant no la té, podia donar-se la possibilitat que, a l'hora de realitzar la caracterització fenotípica mitjançant el mètode de paper de filtre amb els i les alumnes, **cap d'ells o elles corresponguera a un individu fenotípicament no-gustador.**

Donat que si aquesta situació haguera ocorregut, la "credibilitat" del projecte podria haver-se posat en dubte per part dels i les alumnes, es va creure convenient avançar-se a aquesta i comptar amb un material de suport que permetera afrontar-la. En aquest punt, s'havia preparat una breu explicació en la que s'introduïa el paper que juga la **probabilitat** en la genètica. Com a conclusió d'aquesta, s'haguera comunicat que amb la mostra amb la qual partíem (n=13), hi havia un 3% de probabilitat que cap dels individus fora no-gustador però que, amb un augment de la mostra, per exemple, comptant amb 24 alumnes (el que correspon, aproximadament, al nombre d'una classe de Batxillerat en una assignatura no optativa) amb un 99,99% de probabilitat algun dels individus haguera sigut no-gustador. Fins i tot, si s'haguera donat el cas, se'ls podria haver entregat alguns papers de filtre per a que ells i elles mateixes ho comprovaren.

Un altra dificultat associada a aquesta activitat i a la qual s'enfronten també els científics, és l'**assignació de fenotips**. Cal destacar que, encara que en alguns casos aquesta pot ser molt clara, en altres, un factor que influeix i té un gran pes és la subjectivitat, com és en el cas que ens ocupa. Per què: *com podem estar segurs que la distinció entre supergustadors i gustadors ha estat ben establerta? Com expliques la diferent intensitat de detecció d'un sabor si ni tu mateixa l'has experimentat? Com estableixes un llindar?* En aquest punt, per tal que els resultats no es veren condicionats, es va insistir molt als i les alumnes que el resultat de la prova era personal i que cap de les possibilitats era millor o pitjor. Es veritat que, donat que sí que es van donar els tres fenotips esperats, es va crear una situació de sorpresa entre l'alumnat en la que no es podien explicar com un mateix paper podia donar-los sensacions tan diferents. Així, alguns dels no-gustadors, estaven tan obstinats en trobar-li el sabor que, de tanta estona que el van tindre a la boca, juraven trobar-li finalment cert sabor amarg.

La presència d'aquest factor subjectiu, es va poder observar quan, a l'hora d'elaborar els diferents pedigrís, alguns resultats puntuals no quadraven. Donat que, l'única solució completament correcta per a saber si els fenotips assignats són els correctes seria obtindre la seqüència del gen, cosa que no era possible, es va aprofitar per introduir la importància d'analitzar críticament els resultats obtinguts i poder donar-los una explicació. D'aquesta manera, ells i elles mateixes van arribar a plantejar aquest factor subjectiu com a influència important en els resultats.

Finalment, l'última dificultat ha sigut haver tingut que **plantejar el material per a l'activitat de Primària** en base a les propostes rebudes en l'última sessió realitzada però sense poder haver consultat amb els i les alumnes de Batxillerat com realment els haguera agradat que es duiguera a terme, si tenien alguna idea més... a més de no saber si els jocs en conjunt hagueren funcionat, si l'alumnat de Primària s'haurien adaptat, si els temps establerts hagueren quadrat... De forma que, encara que el material i les dinàmiques s'han plantejat amb la millor intenció possible i de la manera que s'ha vist més ajustada i correcta, queda la incertesa de que com haguera funcionat l'activitat i com es podria haver millorat.

9. VALORACIÓ PERSONAL DEL PROJECTE

L'experiència personal viscuda amb el desenvolupament del projecte ha sigut enriquidora a molts nivells. En primer lloc, la fase de treball previ m'ha permès, a part de perfeccionar i ampliar nous coneixements, fomentar una capacitat crítica i docent posant en pràctica diverses metodologies i aprenent noves formes de transmetre coneixements. D'aquesta fase, a més, ressalte i agraiïc la implicació i ajuda de tots els meus companys i companyes, el quals van estar a la meua disposició per realitzar "cates", provar paperets i escoltar-me, però, sobretot, el suport incondicional de la meua tutora.

D'altra banda, veure que, una vegada realitzada l'activitat a Batxillerat, els objectius plantejats a l'inici es van complir de forma satisfactòria i que, a més, s'havien aconseguit comptant amb una gran participació i il·lusió per part dels i les estudiants, m'ha fet sentir-me realment realitzada.

No he de negar que una de les coses que més em va afectar en el moment en el qual es va decretar l'Estat d'alarma, va ser el fet de no poder dur a terme el que quedava del projecte. En el moment el que va ocórrer, em trobava en un punt d'aquest en el qual ja s'havien vist resultats, s'havia establert certa relació amb els i les alumnes i tots i totes estàvem il·lusionats i amb moltes ganes de treballar per a que l'activitat a Primària quedara tal i com ells i elles volien. Açò m'ha fet també tindre'ls molt presents a l'hora de l'elaboració d'aquesta, per tal que aquests i aquestes es senquen orgullosos de gran la idea que van tindre.

A nivell general, he de dir que ha sigut una experiència molt gratificant que m'ha permès créixer personalment i m'ha fet ser encara més conscient de la importància que té la divulgació científica. Crec que és realment important que es seguisquen desenvolupant projectes d'aquest tipus, els quals permeten despertar l'interès dels i les joves per la ciència, fent-la més cridanera, però, sobretot, possibiliten que aquests interioritzen la importància de la labor científica.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Beauchamp, G. K. Basic Taste: A Perceptual Concept. *J. Agric. Food Chem.* **67**, 13860–13869 (2019).
2. Witt, M. Chapter 10 - Anatomy and development of the human taste system. in *Handbook of Clinical Neurology* (ed. Doty, R. L.) vol. 164 147–171 (Elsevier, 2019).
3. Iwata, S. & Ninomiya, R. Y. Taste Transductions in Taste Receptor Cells: Basic Tastes and Moreover. *Current Pharmaceutical Design* vol. 20 2684–2692 (2014).
4. Chandrashekar, J., Hoon, M. A., Ryba, N. J. P. & Zuker, C. S. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature* **444**, 288–294 (2006).
5. Hernández Ruiz de Eguilaz, M. *et al.* Influència multisensorial sobre la conducta alimentaria: ingesta hedònica. *Endocrinol. Diabetes Nutr.* **65**, 114–125 (2018).
6. Rolls, E. T. Chapter 7 - Taste and smell processing in the brain. in *Handbook of Clinical Neurology* (ed. Doty, R. L.) vol. 164 97–118 (Elsevier, 2019).
7. Calvo, S. S.-C. & Egan, J. M. The endocrinology of taste receptors. *Nat. Rev. Endocrinol.* **11**, 213–227 (2015).
8. Chandrashekar, J. *et al.* T2Rs Function as Bitter Taste Receptors. *Cell* **100**, 703–711 (2000).

9. Ledda, M. *et al.* GWAS of human bitter taste perception identifies new loci and reveals additional complexity of bitter taste genetics. *Hum. Mol. Genet.* **23**, 259–267 (2014).
10. Precone, V., *et al.* Taste, olfactory and texture related genes and food choices: implications on health status. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* **23**, 1305-1321 (2019).
11. Wieczorek, M. N., Walczak, M., Skrzypczak-Zielińska, M. & Jeleń, H. H. Bitter taste of Brassica vegetables: The role of genetic factors, receptors, isothiocyanates, glucosinolates, and flavor context. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **58**, 3130–3140 (2018).
12. Cavazzana, A., Knaapila, A., Roßkopf, F., Han, P. & Hummel, T. Detection thresholds for quinine, PTC, and PROP measured using taste strips. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* **276**, 753–759 (2019).
13. Khataa, N. H. *et al.* TAS2R38 Genotypes and Phenylthiocarbamide Bitter Taste Perception in a Population of Young Adults. *Lifestyle Genomics* **2**, 251–256 (2009).
14. Beckett, E. L. *et al.* Bitter taste genetics – the relationship to tasting, liking, consumption and health. *Food Funct.* **5**, 3040–3054 (2014).
15. Kapusta-Duch, J. *et al.* The beneficial effects of Brassica vegetables on human health. *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.* **63**, 389–395 (2012).
16. Diószegi, J., Llanaj, E. & Ádány, R. Genetic Background of Taste Perception, Taste Preferences, and Its Nutritional Implications: A Systematic Review. *Front. Genet.* **10**, 1272 (2019).
17. Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, É. M. & Luna-Cortés, J. Evaluación de la estrategia ‘aprendizaje basado en proyectos’. *Educación y Educadores* **13**, 14 (2010).
18. Gallach, M. J. & Catalán, J. P. Aprendizaje cooperativo en Primaria: teoría, práctica y actividades concretizadas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* **28**, 109-133 (2014).
19. Calle, F. M. R. & Martínez, A. G. Reflexiones sobre el aula invertida. *Congr. Univ.* **6**, 117–131 (2017).
20. Gímez Leal, G. & De Castro Vila, R. Dispositivos Móviles en Educación Superior: la experiencia con Kahoot!. *DyO* **70**, 5–18 (2017).
21. Pierce, B. A. Genética. Un enfoque conceptual. 4ª Ed. (Médica panamericana, 2016).

11. ANNEXES

- 11.1. Annex 1. Preguntes del “Kahoot!” realitzat en la SESSIÓ 1**
- 11.2. Annex 2. Quadern de laboratori**
- 11.3. Annex 3. Presentació Power Point emprada per a l’explicació teòrica de la SESSIÓ 1**
- 11.4. Annex 4. Targetes explicatives per als alumnes de Primària dels diferents jocs de la CRUCI-GIMCANA**
- 11.5. Annex 5. Recompenses CRUCI-GIMCANA**
- 11.6. Annex 6. Material joc CRUCI-ENDEVINALLES**
- 11.7. Annex 7. Material joc CRUCI-PUZLE**
- 11.8. Annex 8. Material joc CRUCI-RELACIONA**
- 11.9. Annex 9. Material joc CRUCI-MEMORY**
- 11.10. Annex 10. Material joc CRUCI-PINTURILLO**
- 11.11. Annex 11. Material de suport per a la conclusió final CRUCI-GIMCANA**

11.12. Annex 12. Proposta pòster projecte GENÈTICA I GUST

ANNEX 1

Quina és la molècula portadora de l'herència?



Skip



9

0 Answers

9

▲ Proteïna

◆ ADN

On es troba la molècula d'ADN a la cèl·lula?



Skip



0 Answers

9

▲ Citoplasma

◆ Nucli

Les quatre bases nitrogenades de l'ADN són:



Skip



9

0 Answers

9

▲ A, T, C i G

◆ A, U, C i G

Els termes gen i al·lel signifiquen el mateix.



Skip



0 Answers

9

▲ Vertader

◆ Fals

A les cèl·lules tenim dues còpies d'un mateix gen.



Skip

0 Answers

9



9

▲ Vertader

◆ Fals

L'ambient no influeix en l'expressió dels nostres gens.



Skip

0 Answers

9



▲ Vertader

◆ Fals

El color dels ulls està controlat genèticament.



Skip

0 Answers

9



9

▲ Vertader

◆ Fals

El sentit del gust està controlat genèticament.



Skip

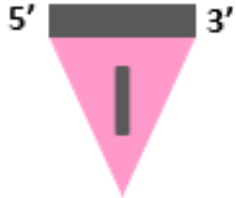
0 Answers

9



▲ Vertader

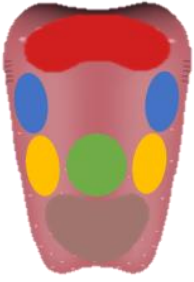
◆ Fals



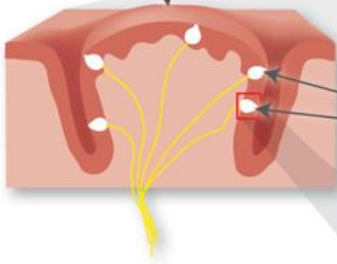
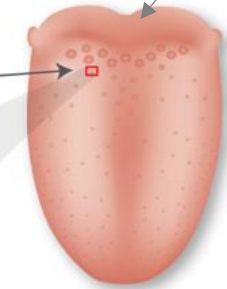
NOM:

CURS:

MAPA DELS SABORS A LA LLENGUA

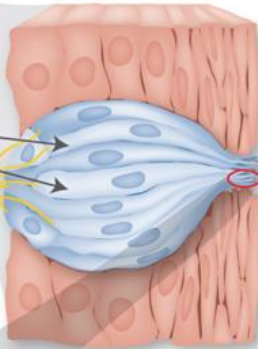


PAPIL·LES GUSTATIVES

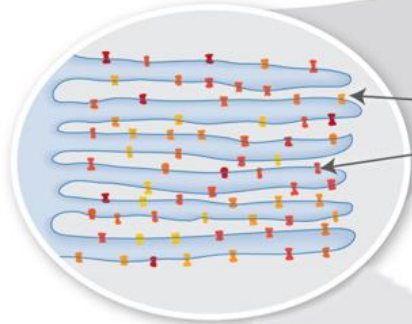


BOTONS GUSTATIUS

CÈL·LULES GUSTATIVES:
LA PUNTA DE CADA CÈL·LULA SOBRESURT PER UN PORUS A LA SUPERFÍCIE DE LA LLENGUA



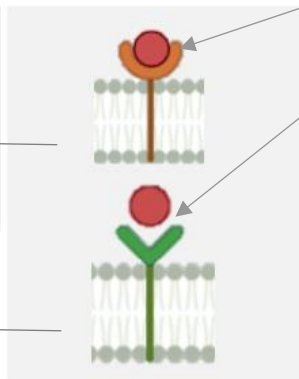
NERVIS QUE ENVIEN INFORMACIÓ DES DE LES CÈL·LULES AL CERVELL



LA PUNTA DE CADA CÈL·LULA ESTÀ COBERTA DE **RECEPTORS GUSTATIUS** QUE PODEN DETECTAR GRAN VARIETAT DE COMPOSTOS AMB SABOR

RECEPTOR QUE DETECTA COMPOSTOS AMB SABOR AMARG

RECEPTOR QUE NO DETECTA COMPOSTOS AMB SABOR AMARG



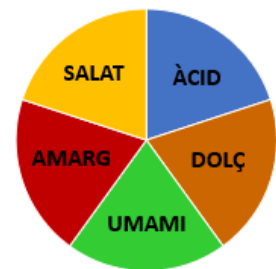
MASTICACIÓ



DESTRUCCIÓ DELS ALIMENTS EN LES DIFERENTS SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES QUE EL COMPONENT I DISSOLUCIÓ D'AQUESTES EN LA SALIVA

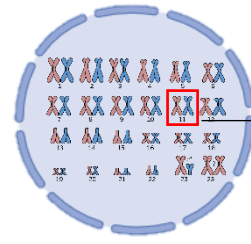
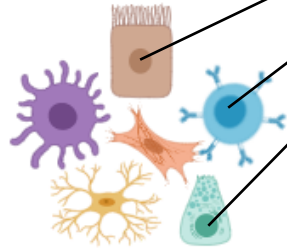


EN DISSOLUCIÓ LES DIFERENTS SUBSTÀNCIES PODEN UNIR-SE ALS SEUS RECEPTORS





EL COS HUMÀ ESTÀ FORMAT PER TRILIONS DE CÈL·LULES DIFERENTS PERÒ TOTES AMB LA MATEIXA INFORMACIÓ GENÈTICA



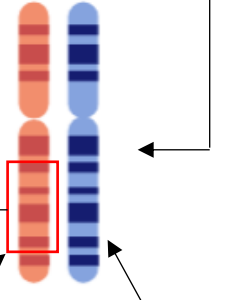
EL NUCLI DE CADA CÈL·LULA CONTÉ UN CONJUNT IDÈNTIC DE **CROMOSOMES**, ELS QUALS S'ORGANITZEN EN PARELLES

CADA CROMOSOMA CONTÉ UNA MOLÈCULA LLARGA D'ADN FORMADA PER DIFERENTS GENS



UN **GEN** ÉS UN FRAGMENT D'ADN QUE PORTA INFORMACIÓ PER A UN CARÀCTER

CADA PARELLA DE CROMOSOMES CONTÉ UN CROMOSOMA HERETAT DE LA MARE I L'ALTRE DEL PARE



HERETAT DEL PARE

HERETAT DE LA MARE

EL LLOC FÍSIC QUE OCUPA UN GEN EN EL CROMOSOMA S'ANOMENA **LOCUS**

ADN



ARN

CADASCUNA DE LES SEQÜÈNCIES DE NUCLEÒTIDS QUE POT TINDRE UN GEN S'ANOMENA **AL·LEL**

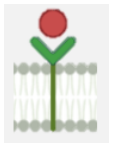


PROTEÏNA

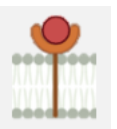


GEN *TAS2R38*

AL·LEL "NO-GUSTADOR"



AL·LEL "GUSTADOR"



Activitat 1: “Cata” cega

A continuació, amb els ulls tapats amb un antifaç se't donaran a provar distints aliments. Després de provar un aliment, classifica en una escala del 1 al 4* per una banda, com d'amarg t'ha resultat i per l'altra, quin és el teu nivell de preferència.

Nota: és recomanable beure aigua entre cada una de les tasses per a que no hi haja interferències entre els resultats.

*. Escales:

- Grau d'amargor:

1: Gens amarg **2:** Poc amarg **3:** Amarg **4:** Molt amarg

- Preferència:

1: M'encanta **2:** M'agrada **3:** Puc tolerar-lo **4:** No m'agrada gens

Una vegada provats tots els aliments, posarem en comú els teus resultats i els dels companys i companyes, amb la recopilació d'aquests, realitza un gràfic de barres.

Aliment 1:

Resultats personals:

- Percepció del sabor amarg:

1 2 3 4

- Preferència:

1 2 3 4

Representació conjunta:

PERCEPCIÓ

PREFERÈNCIA

1	2	3	4	1	2	3	4

Aliment 2:

Resultats personals:

- Percepció del sabor amarg:

1 2 3 4

- Preferència:

1 2 3 4

Representació conjunta:

PERCEPCIÓ

PREFERÈNCIA

1	2	3	4	1	2	3	4

Aliment 3:

Resultats personals:

- Percepció del sabor amarg:

1 2 3 4

- Preferència:

1 2 3 4

Representació conjunta:

PERCEPCIÓ

PREFERÈNCIA

1	2	3	4	1	2	3	4

Aliment 4:

Resultats personals:

- Percepció del sabor amarg:

1 2 3 4

- Preferència:

1 2 3 4

Representació conjunta:

PERCEPCIÓ

PREFERÈNCIA

1	2	3	4	1	2	3	4

Activitat 2: Determinació dels fenotips i genotips per al gen *TAS2R38*

Gen: fragment d'ADN que porta informació per a un caràcter.

Al·lels: cada una de les seqüències de nucleòtids que pot tindre un gen.

Gen: gen *TAS2R38* (codifica per a un dels receptors del sabor amarg)

Al·lels:

Al·lel S: al·lel supergustador (el receptor podrà unir el compost químic amb sabor amarg)

Al·lel N: al·lel no gustador (el receptor no podrà unir el compost químic amb sabor amarg)

La diferència entre els dos al·lels resideix en tres nucleòtids.



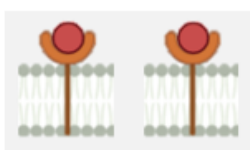
En aquest cas, se't donaran dos turettes menudes. Una d'elles és paper sense cap tipus d'alteració mentre que l'altra presenta impregnada una solució amb la substància química PROP. Prova cada una d'elles.

En teoria, entre els diferents alumnes podrien donar-se tres situacions:

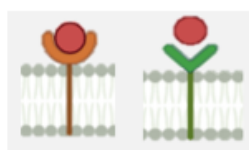
1. Les dos turettes saben a paper: en aquest cas, la persona seria no gustadora. Genèticament presentaria els dos al·lels no-gustadors.
2. Una de les turettes sap un poc amarga mentre que l'altra a paper, la persona seria gustadora. Genèticament presentaria un al·lel "gustador" i un al·lel "no-gustador".
3. Una de les turettes sap realment amarga i desagradable mentre que l'altra a paper, la persona seria supergustadora. Genèticament presentaria els dos al·lels "gustadors".

Anomenarem:

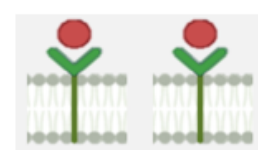
- Al·lel **S**: al·lel gustador.
- Al·lel **N**: al·lel no gustador.



HOMOZIGOT DOMINANT
Genotip: SS
Fenotip: Supergustador



HETEROZIGOT
Genotip: SN
Fenotip: Gustador



HOMOZIGOT RECESSIU
Genotip: NN
Fenotip: No gustador

Quin ha sigut el teu resultat?

1

2

3

Genotip		Fenotip	
---------	--	---------	--

Representa els resultats de tots i totes les estudiants:

1	2	3

- **DISCUSSIÓ DELS RESULTATS OBTINGUTS EN LES ACTIVITATS 1 I 2:**

Discuteix els resultats obtinguts en les dues activitats tenint en compte que:

Genotip: informació genètica que posseeix un organisme.

Fenotip: conjunt de caràcters visibles que un individu presenta com a resultat de la interacció del seu genotip i l'ambient.

FENOTIP = GENOTIP + AMBIENT

“El que està “escrit” als nostres gens pot ser modulats per l'ambient, de forma que podem mostrar qualitats diferents a les establertes genèticament”

Per a guiar-te pots intentar contestar aquestes preguntes:

- *Hi ha una relació clara entre el grau de sabor amarg detectat i les preferències?*
- *Quin és l'aliment amb el qual es pot veure millor la relació percepció/preferència?*
- *Hi ha algun aliment que servisca per a explicar els resultats obtinguts amb la tira de PROP?*
- *A què creus que es pot deure aquesta variabilitat?*
- *Com podries relacionar les conclusions establertes amb conceptes de genètica?*

Activitat 3: Recopilació de dades

Amb la finalitat d'explicar el mode d'herència del gen *TAS2R38*, tria una família o certs individus que estiguin relacionats genèticament i entrega'ls un paperet control i un altre amb el PROP a cadascun d'ells (pots triar l'ordre que vulgues).

Apunta a la taula el nom de la persona i la sensació que ha tingut al tastar el paper amb el PROP (*pots guiar-te preguntant-los si han percebut: sabor a paper, sabor amarg o sabor molt amarg*). Podries dir quin genotip i fenotip presenten?

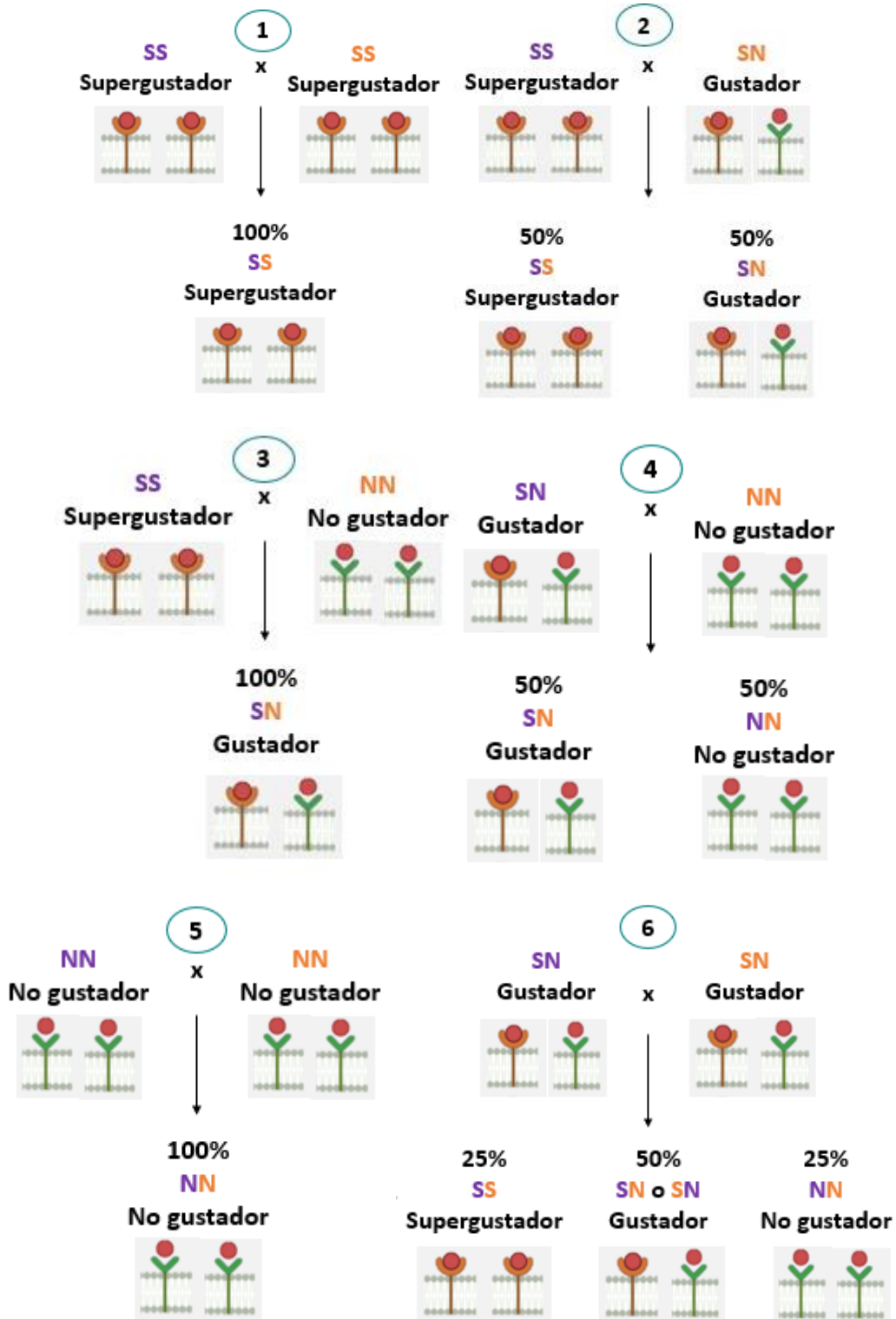
Taula 1.

Nom	Sensació	Genotip	Fenotip

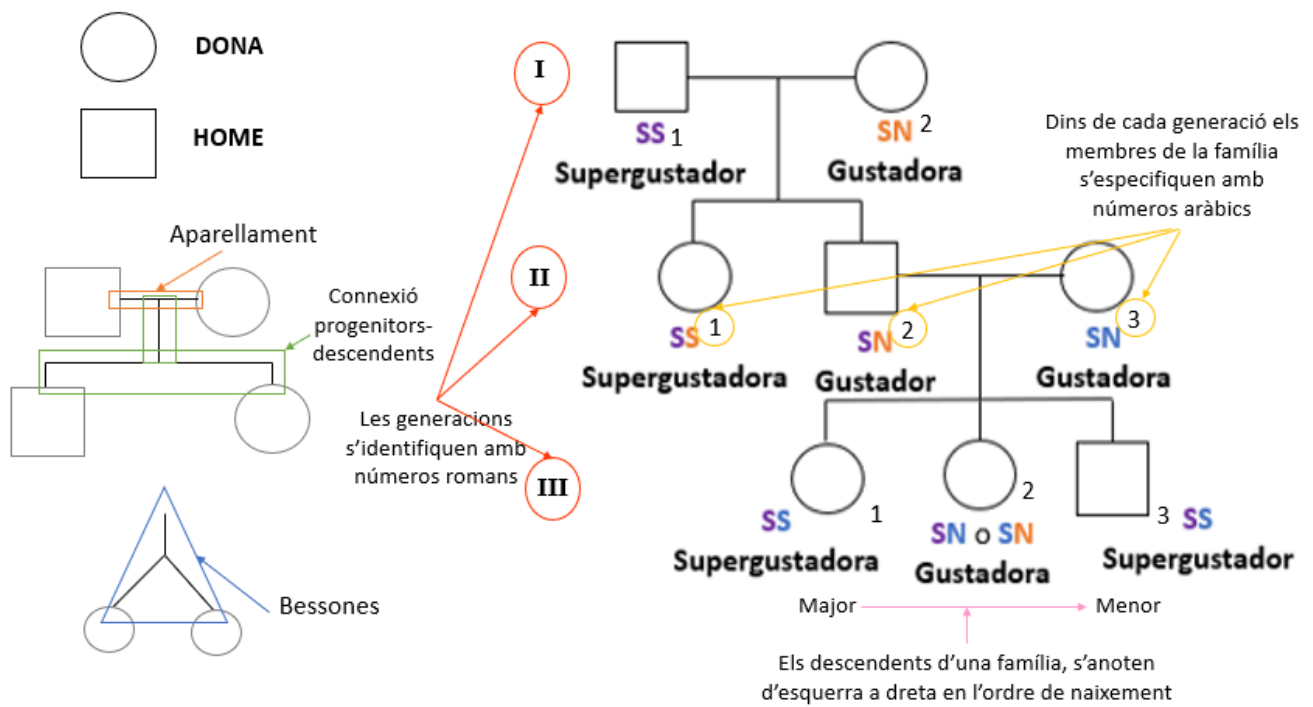
Activitat 4: Realització d'arbres genealògics

El tipus d'herència del gen *TAS2R38* és una herència intermèdia en la qual no hi ha un al·lel que domine sobre l'altre. Així, apareixen tres fenotips diferents, un per a cadascun dels homozigots i un altre per al heterozigot, el qual correspon a un **fenotip "intermedi"** entre els dos primers. En el nostre cas, els heterozigots (gustadors) perceben el sabor amarg a diferència dels no gustadors, però tampoc ho fan de forma tan intensa com els supergustadors.

Al analitzar diferents individus relacionats genèticament, podem trobar 6 tipus d'encreuaments:



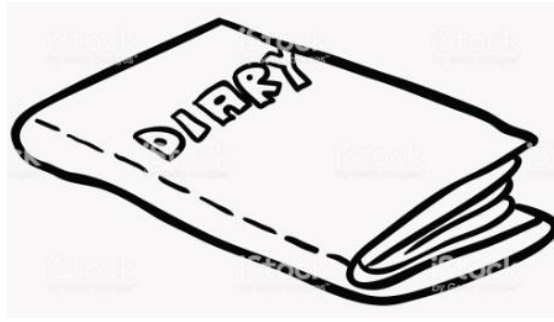
Realitza un arbre genealògic amb els resultats que has obtingut (Taula 1). Per a fer-ho utilitza la següent simbologia i consideracions:



Especifica davall de cada símbol el genotip i el fenotip del individu. Quins dels 6 possibles encreuaments trobes al teu arbre?

Pluja de idees per a l'activitat de primària

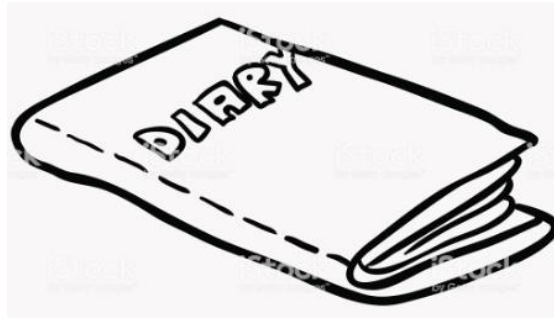




Dia: / /

Dia: / /

Dia: / /

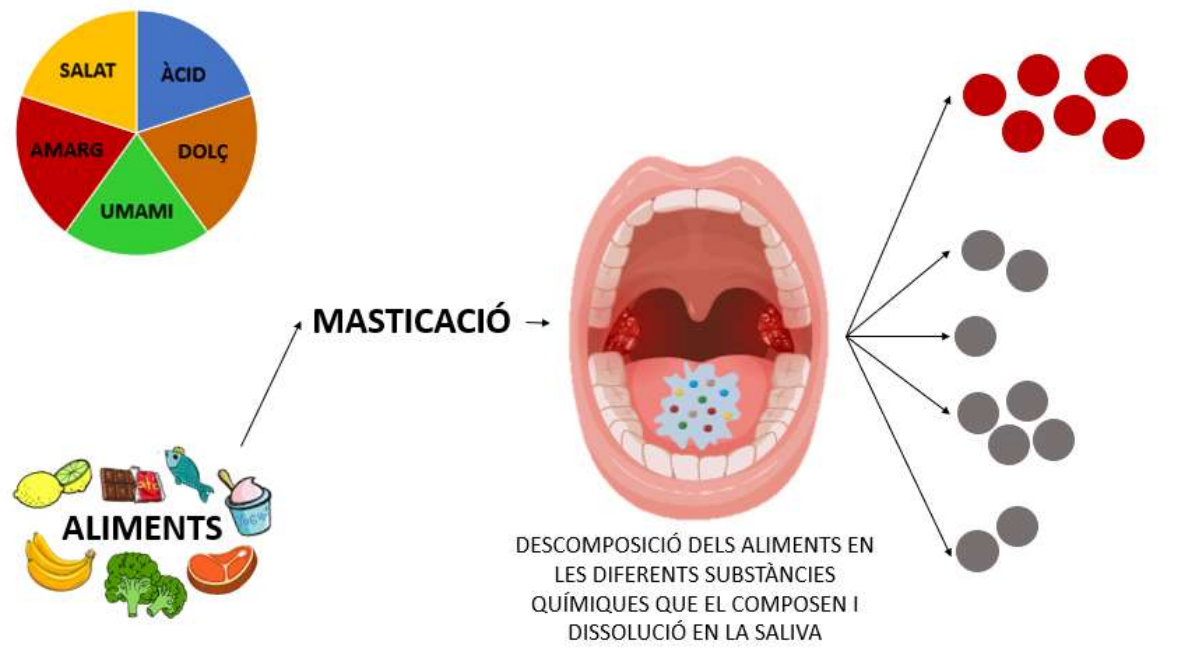
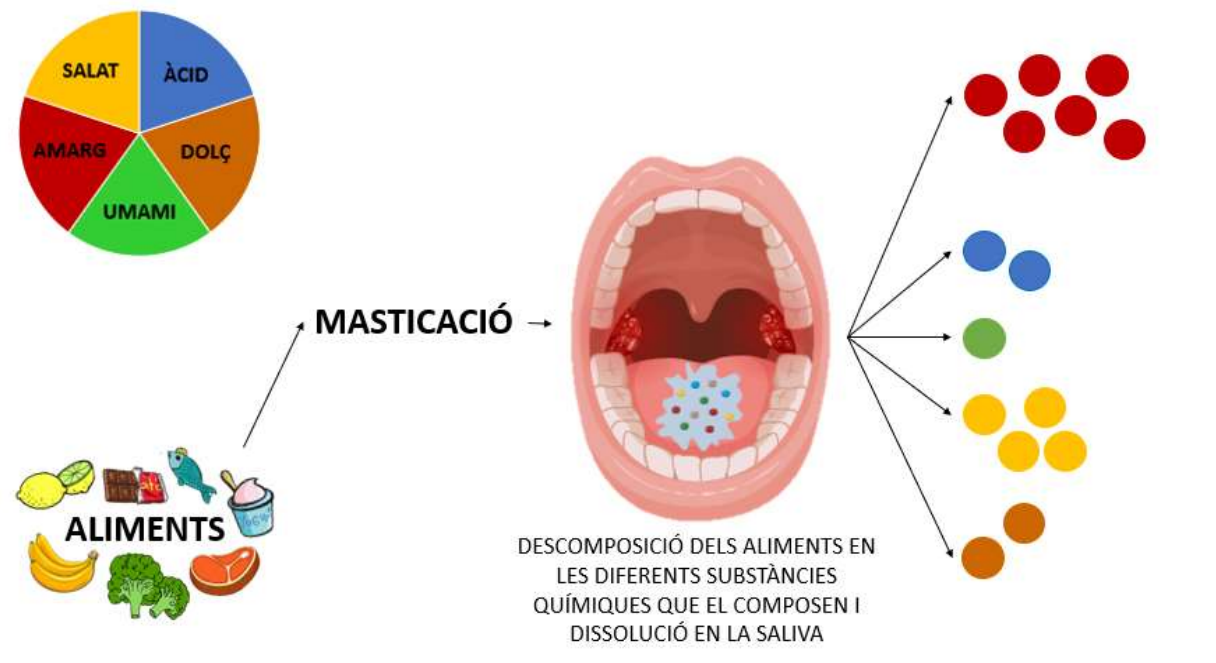
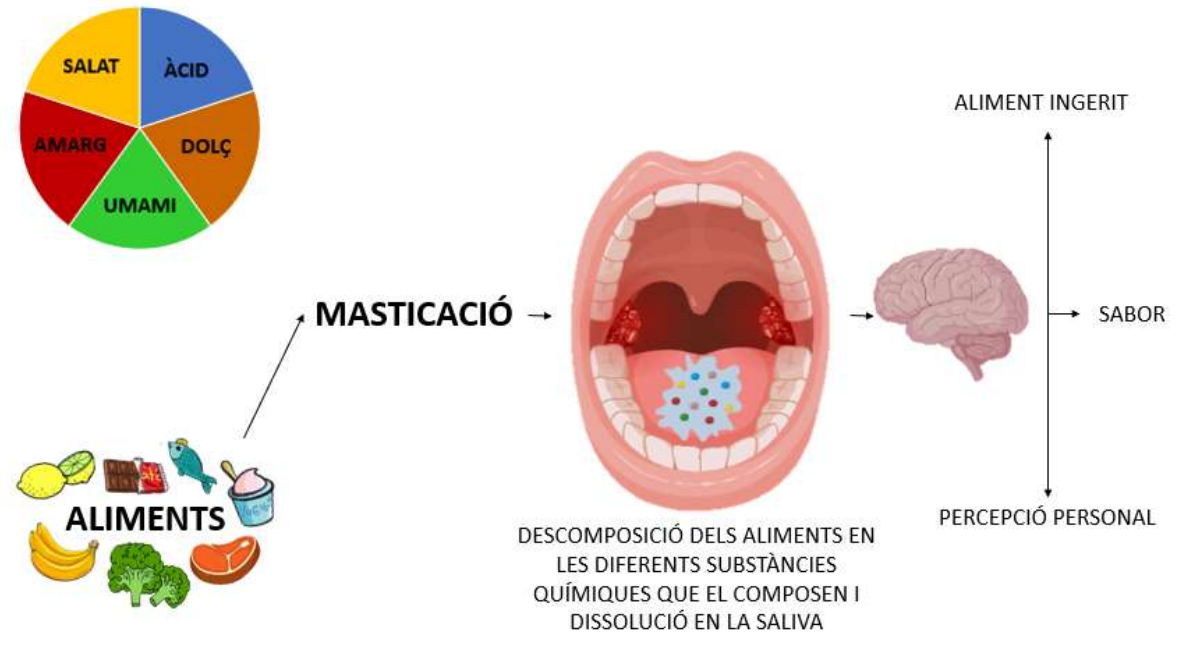
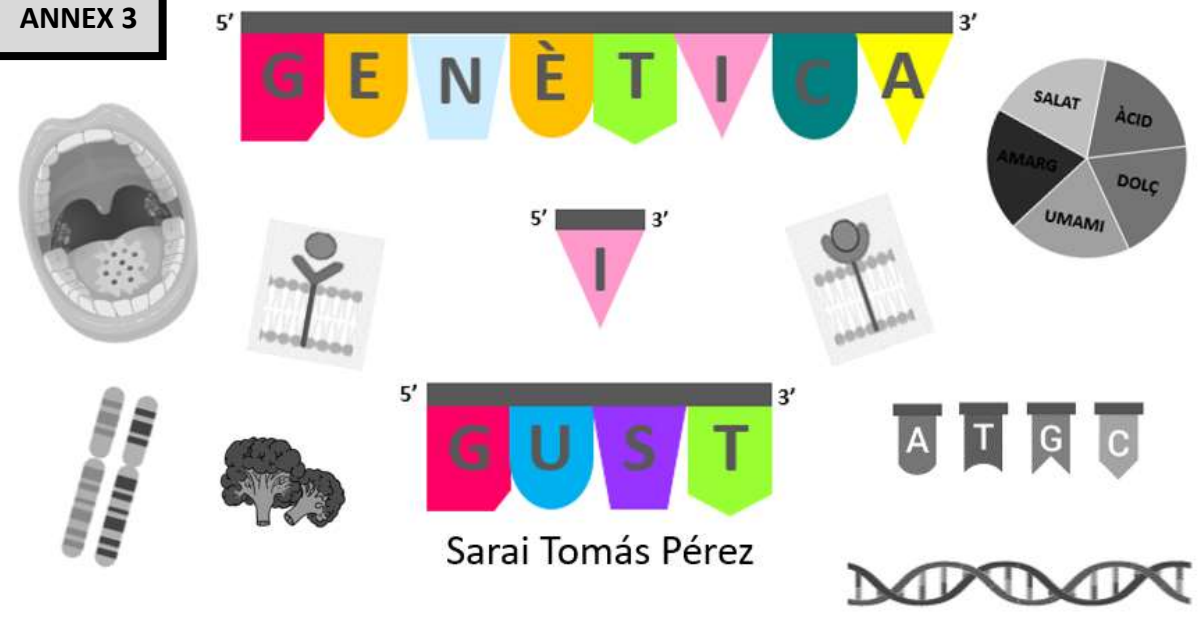


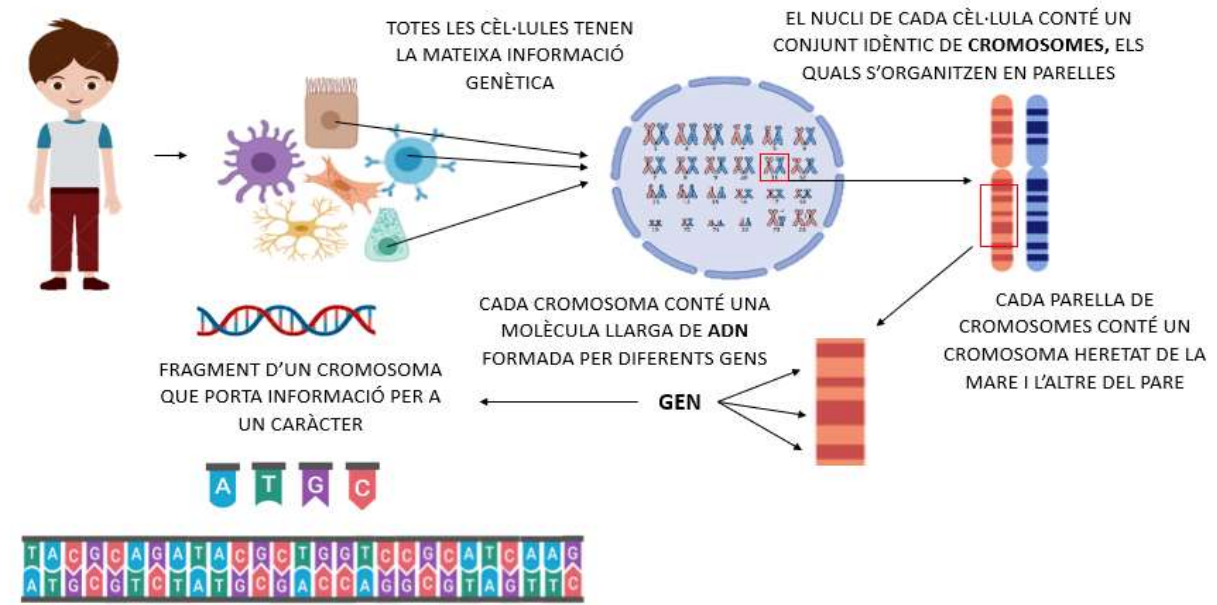
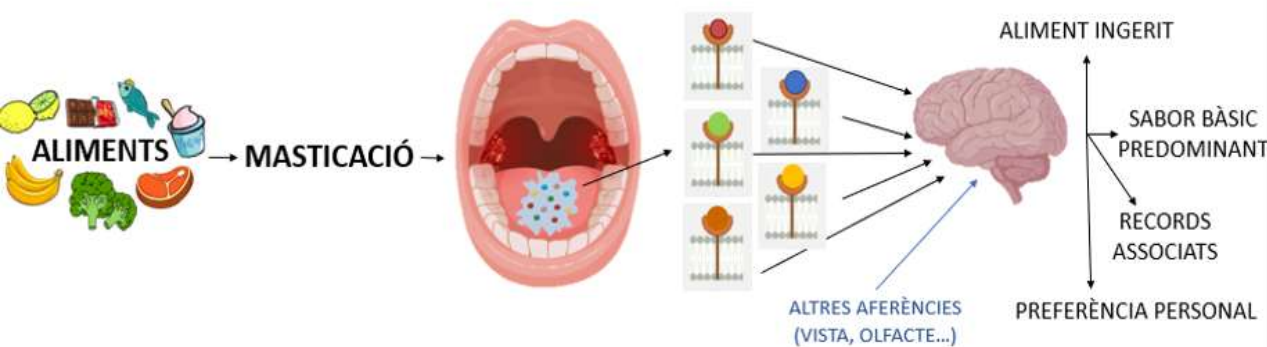
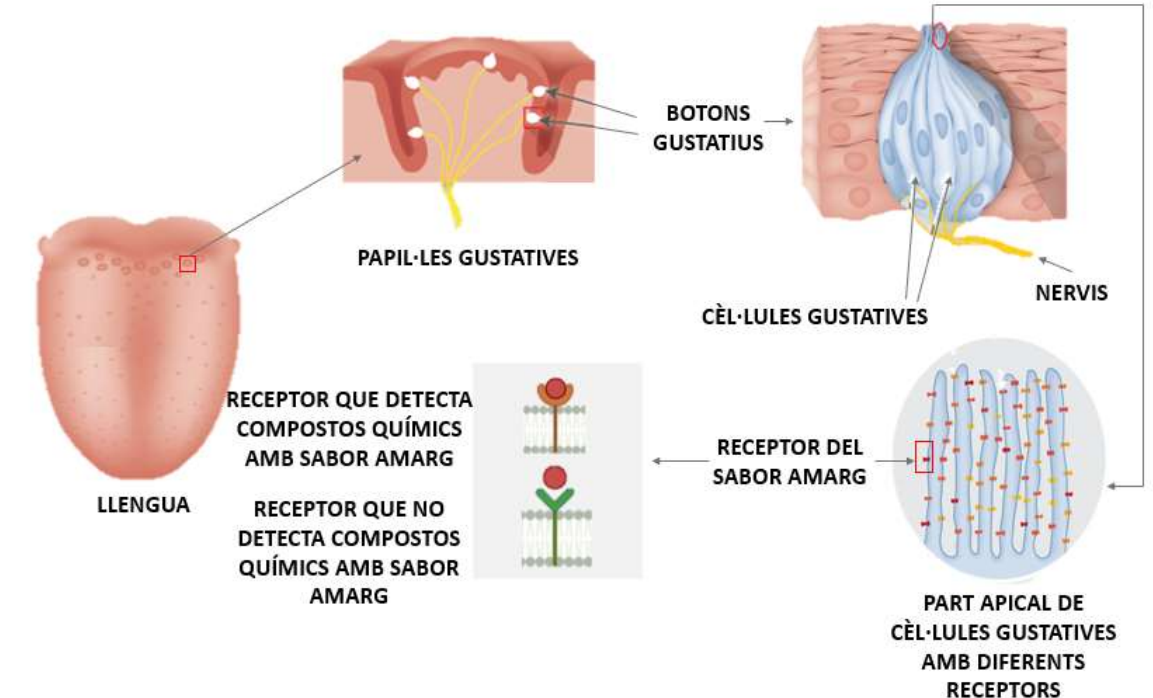
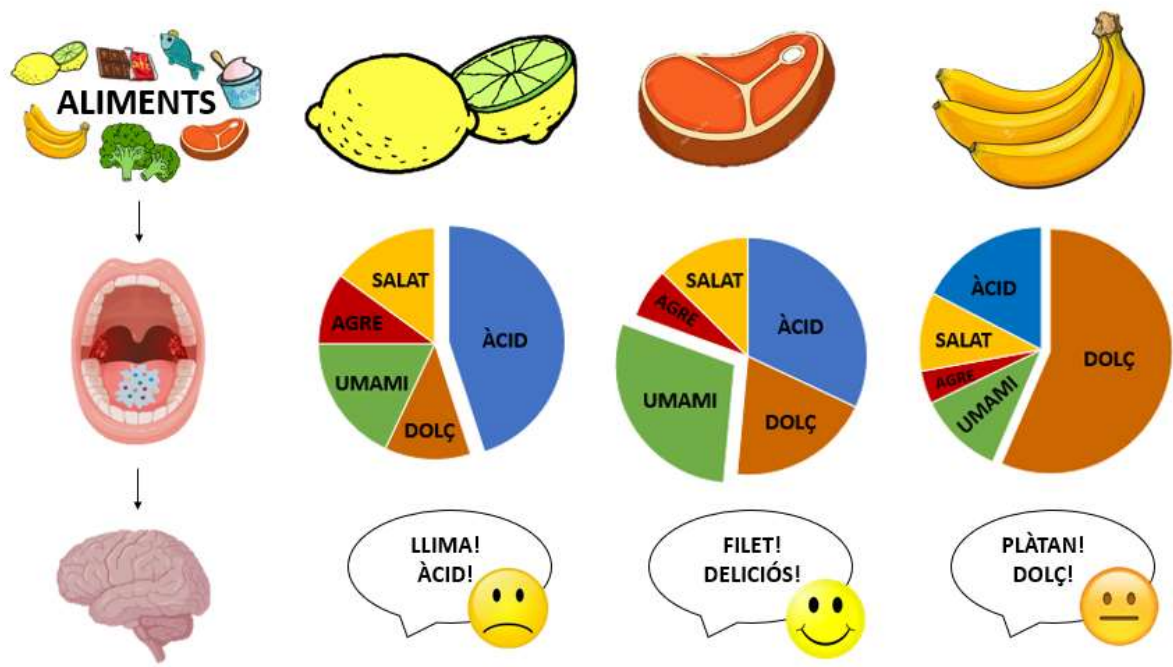
Dia: / /

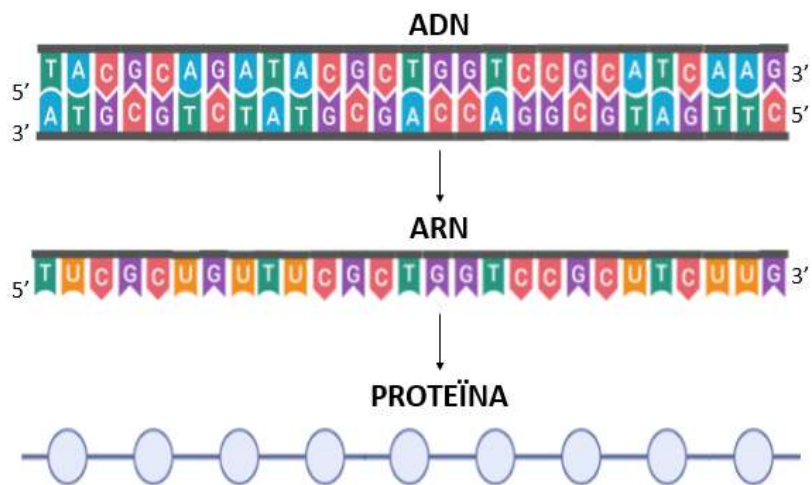
Dia: / /

Dia: / /

ANNEX 3

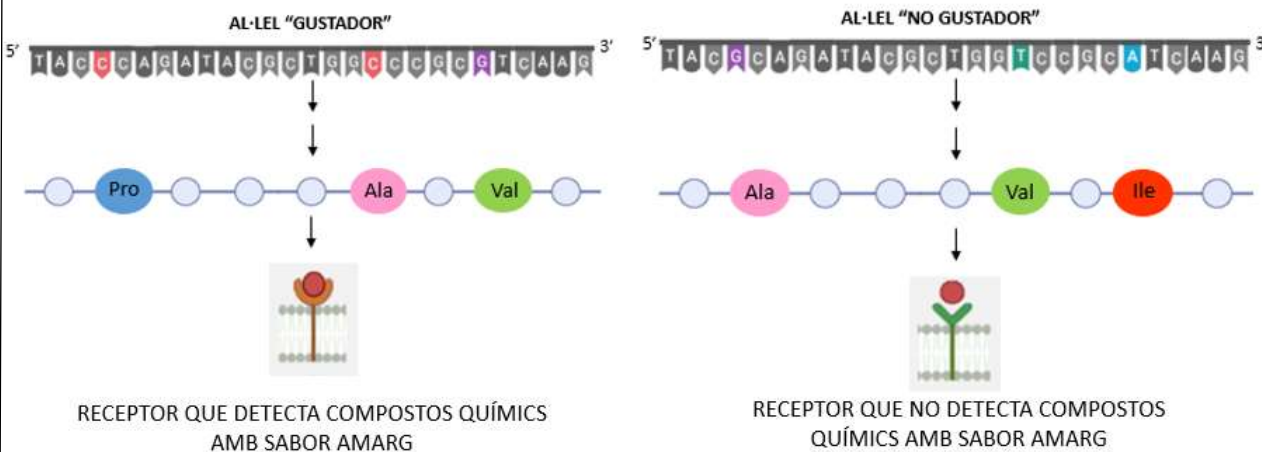






CADASCUNA DE LES FORMES D'EXPRESSION D'UN GEN → **AL·LEL**

**GEN
TAS2R38**



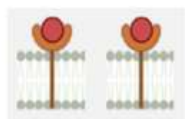
CADASCUNA DE LES FORMES D'EXPRESSION D'UN GEN → **AL·LEL**

**GEN
TAS2R38**

AL·LEL "GUSTADOR"



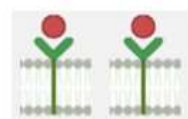
AL·LEL "NO GUSTADOR"



HOMOZIGOT DOMINANT
Genotip: SS
Fenotip: Supergustador



HETEROZIGOT
Genotip: SN
Fenotip: Gustador



HOMOZIGOT RECESSIU
Genotip: NN
Fenotip: No gustador



ANNEX 4

ENDEVINA L'ALIMENT

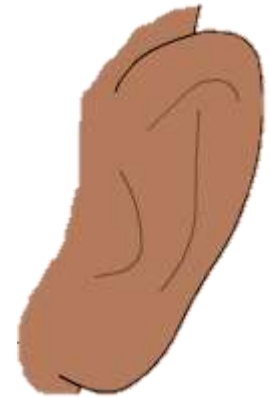
A continuació els “guies científics” vos donaran a provar un aliment i tindreu un minut per a assaborir-lo i pensar de que es tracta. És molt important que durant aquest minut no digueu quin aliment penseu que és o la prova no valdrà!! Al acabar el minut, deureu decidir entre tots quina és la vostra resposta. Correu!! Poseu-vos els antifàços i que comence el joc! Ah i, tranquils, ja veureu què bons estan els aliments!



CRUCI-ENDEVINALLES



Se vos dona bé escoltar? Doncs prepareu les vostres orelles i escolteu les endevinalles que tenen preparades per a vosaltres. De quin aliment es tracta? Si sabeu la resposta, alceu la mà i quan vos donen el torn de paraula, respongueu, però mentre... shhhhhhh!



CRUCI-PUZLE

Veieu totes eixes peces? Doncs formen dues imatges molt xules!!! Sou capaços de descobrir-les?

CRUCI-RELACIONA

Quin sabor bàsic diríeu que té un plàtan? I una carlota?
Damunt la taula teniu imatges de diferents aliments i heu de classificar-les segons el seu sabor principal.
Podreu encertar-los tots?

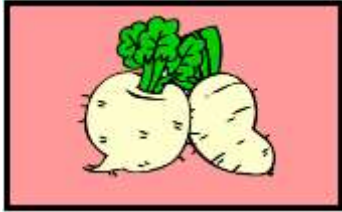
ÀCID

DOLÇ

AMARG

SALAT

CRUCI-MEMORY



Diríeu que aquestes dos imatges són idèntiques? No, veritat? Les seues parelles es troben amagades en les cartes que veieu damunt la taula. Podeu trobar, sense ajudar-vos però formant tots un grup, totes les parelles que eixes targetes amaguen?

CRUCI-PINTURILLO

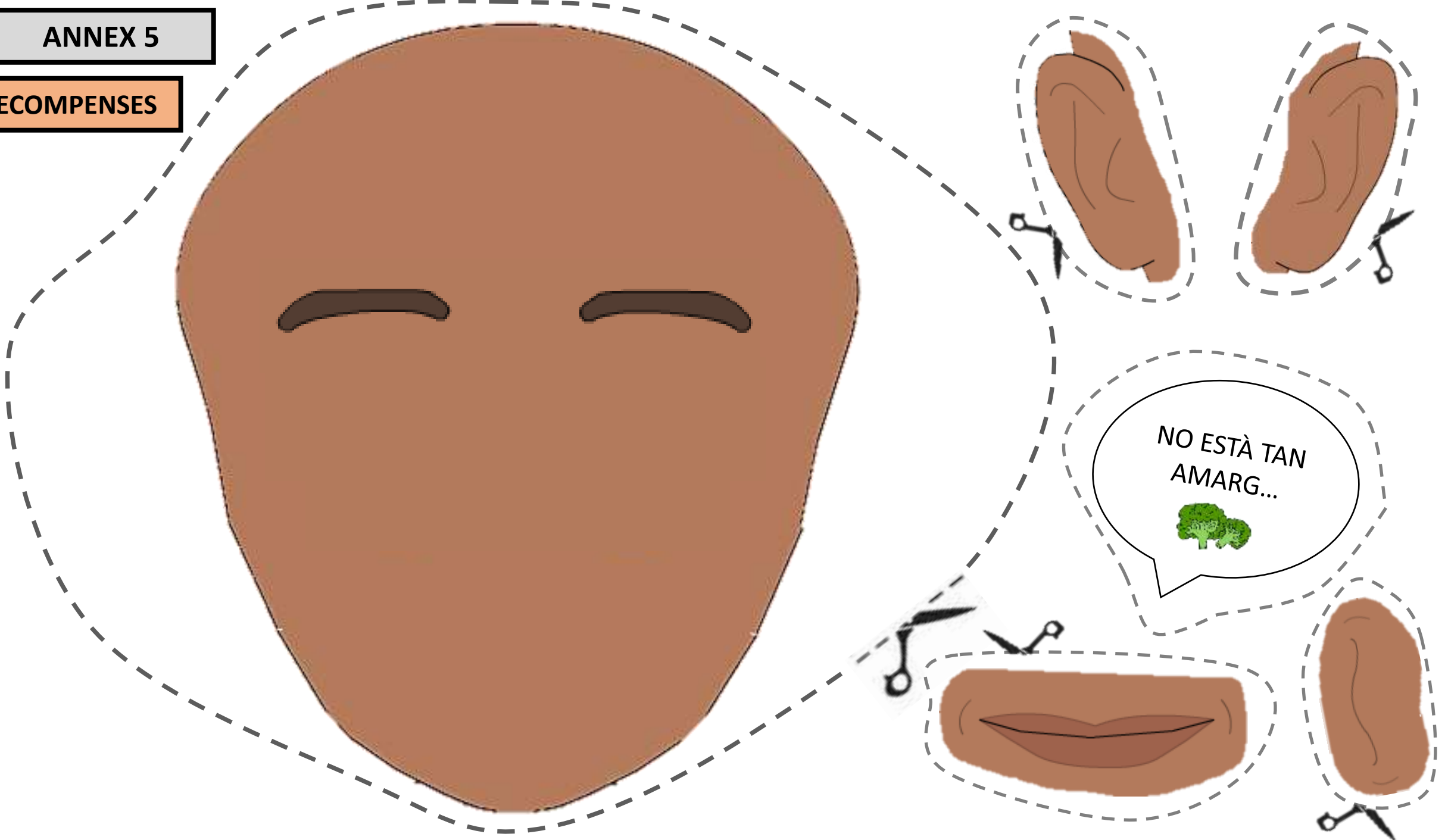


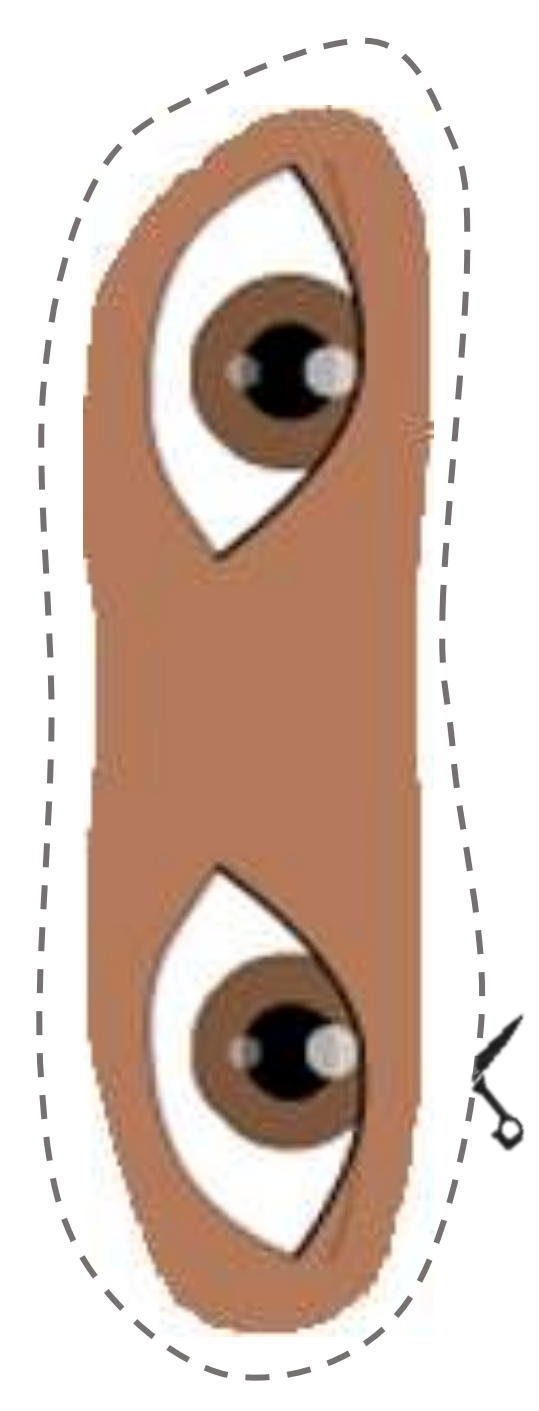
Vos agrada dibuixar? Doncs és hora de demostrar que bé ho feu! Dins d'eixa bossa hi ha paperets amb el nom de diferents aliments, que un o una de vosaltres agarre un i el dibuixe, i a veure si la resta són capaços d'endevinar de que es tracta!



ANNEX 5

RECOMPENSES





POMA

1. Soc una fruita
2. No soles tinc un color característic
3. Puc estar realment farinosa
4. Tinc una forma redoneta
5. En algunes ocasions he sigut verinosa
6. Li agrada als cucs

BRÒQUIL

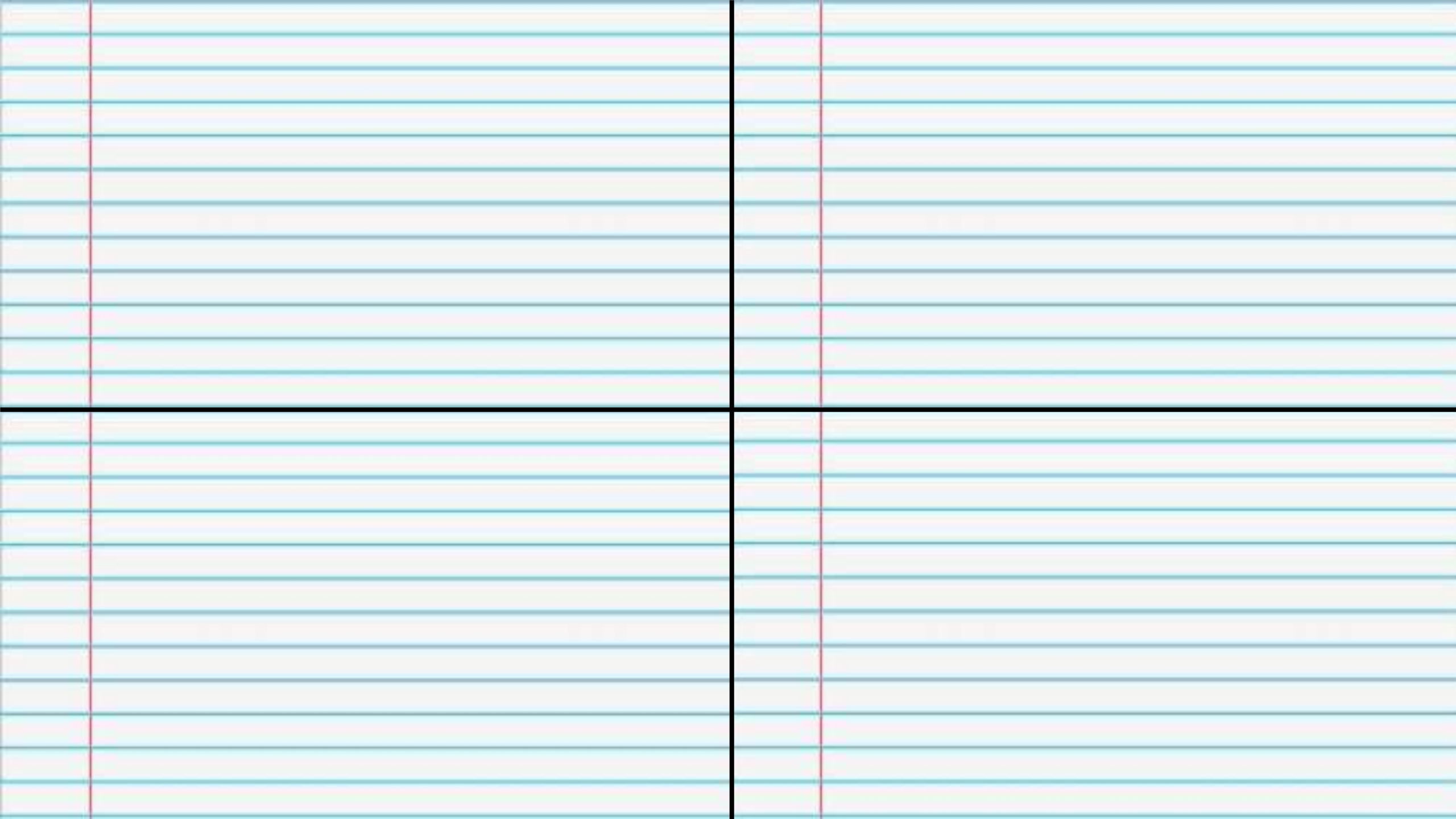
1. Pot semblar que porte una perruca
2. També puc semblar un ramell de flors
3. Depén de a qui li preguntes presente sabor amarg o no
4. Hi ha gent que no em menja sencer
5. Soc de color verd
6. Tots deuríeu incloure'm a la vostra dieta

CARLOTA

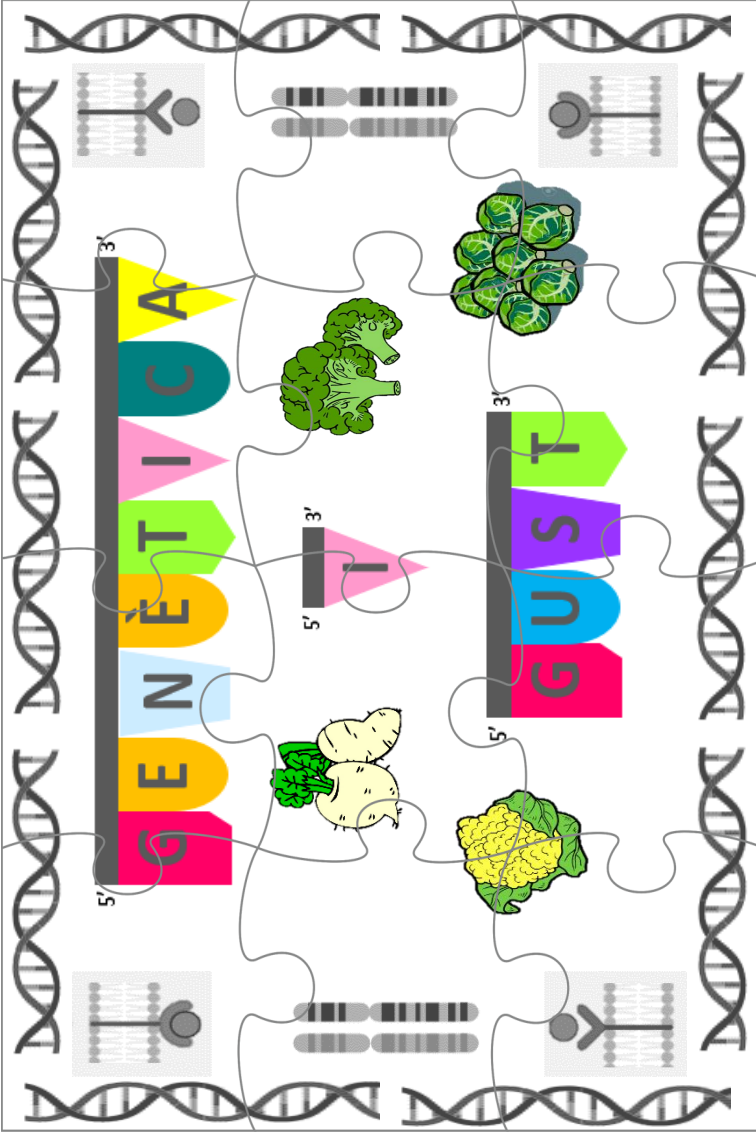
1. Tinc forma allargada
2. Diuen que soc bona per a la vista
3. També diuen que si em menges et poses més moreno en estiu
4. Li agrada molt a un animal
5. Tinc unes fulles molt llargues encara que no ho sembla
6. Soc taronja

PLÀTAN

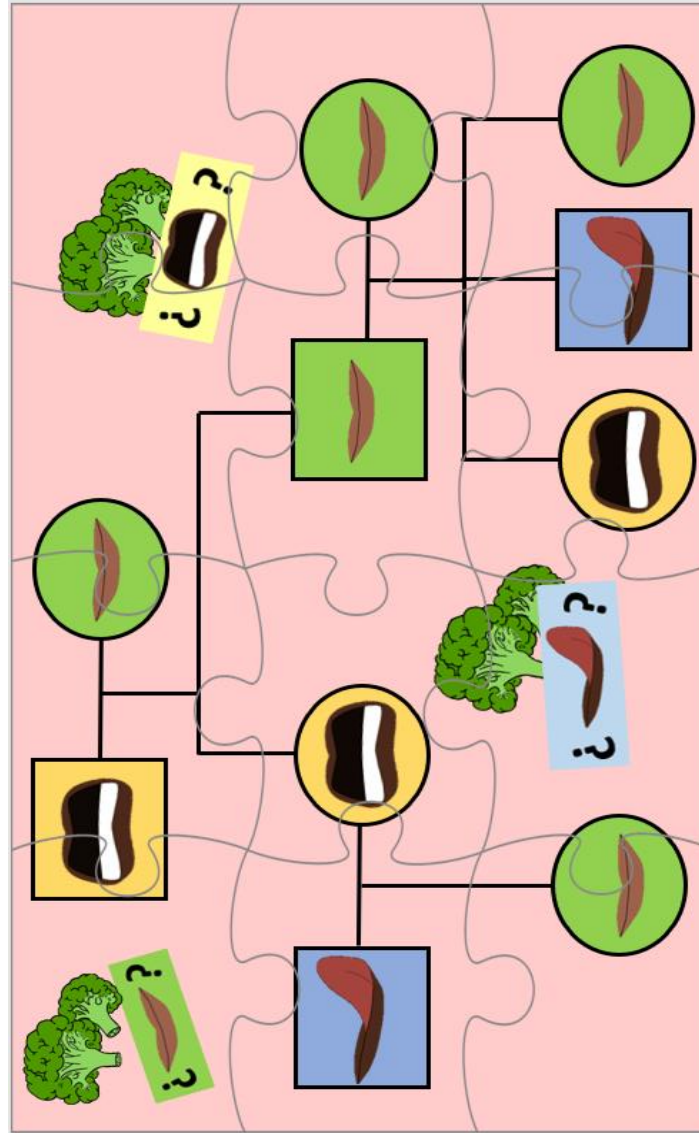
1. Soc típic d'una illa espanyola
2. Enseguida em pose roïn
3. No pots menjar-me sencer
4. Si xapes una part de mi pots pegar-te un bac
5. Tinc forma de lluna
6. Soc l'aliment preferits dels micos

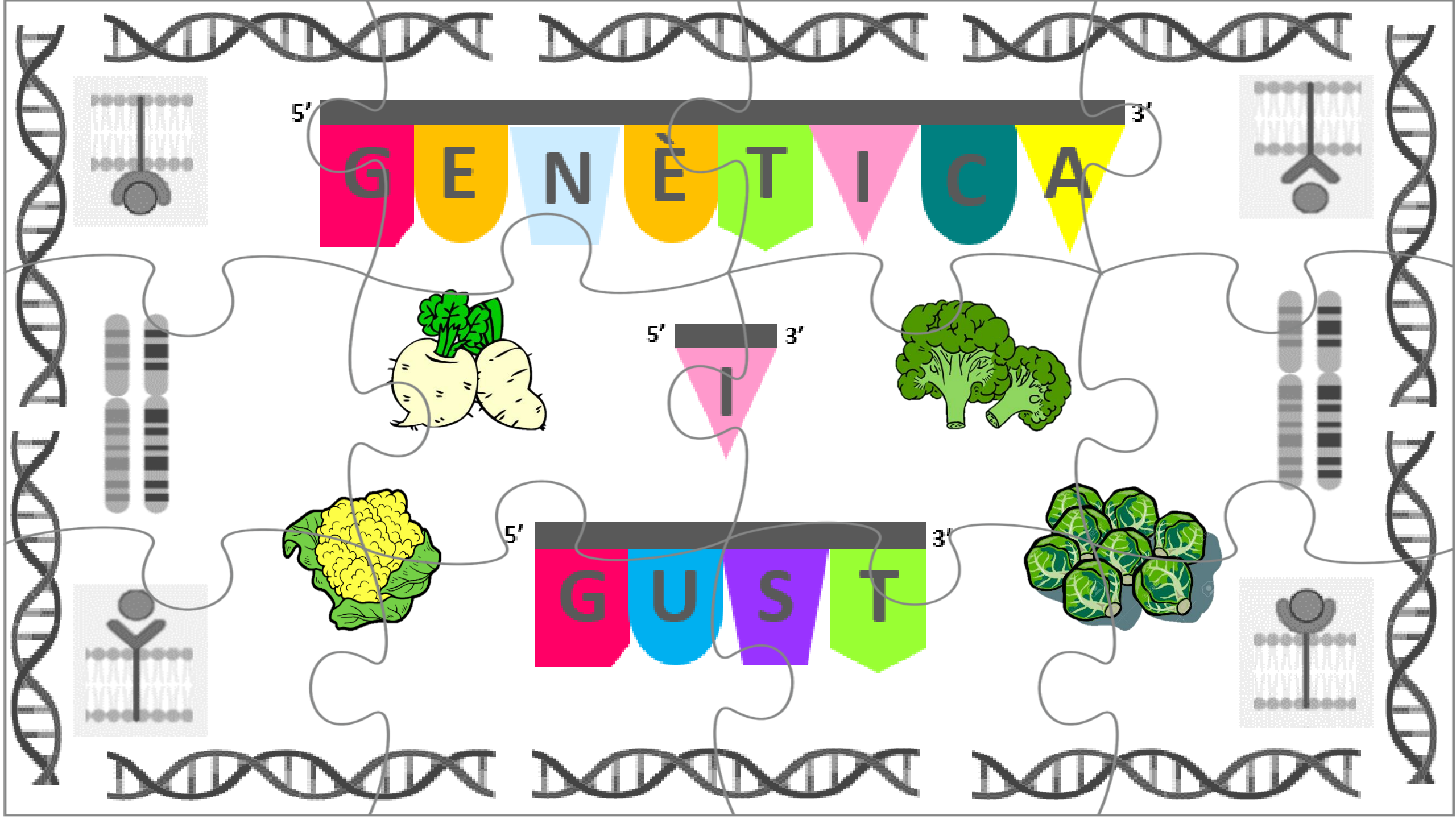


ANNEX 7

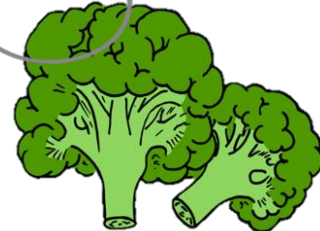


CRUCI-PUZLE

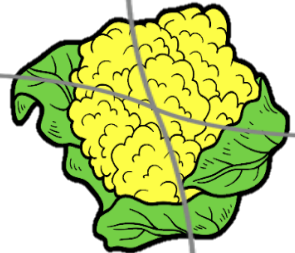




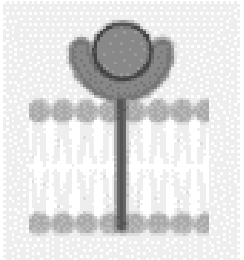
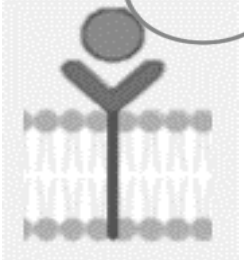
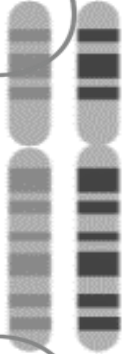
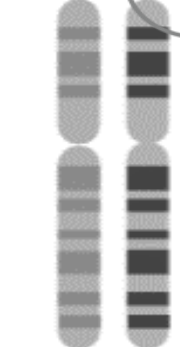
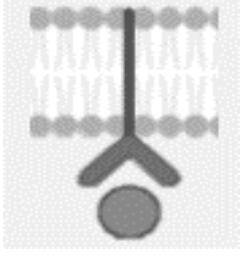
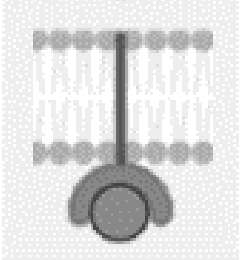
5' **GENÉTICA** 3'

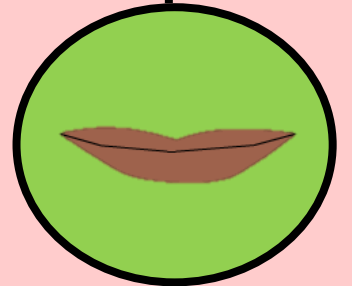
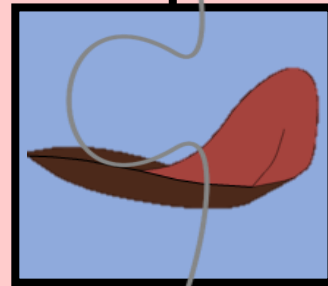
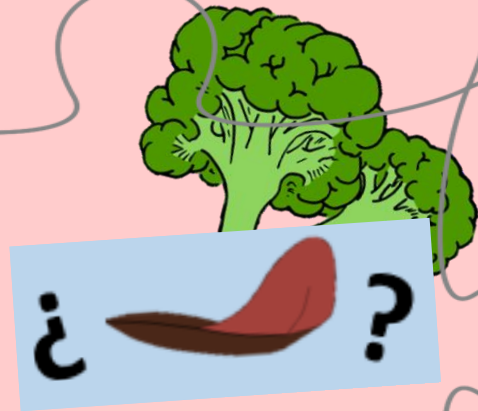
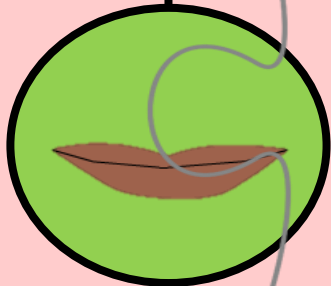
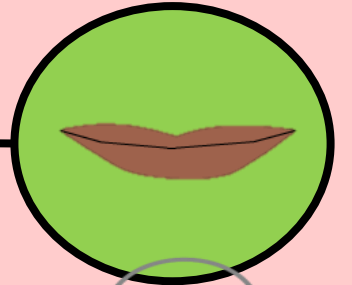
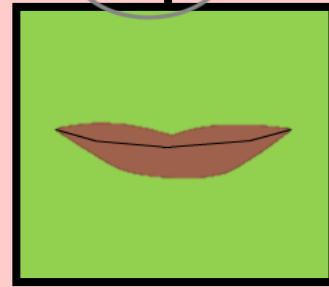
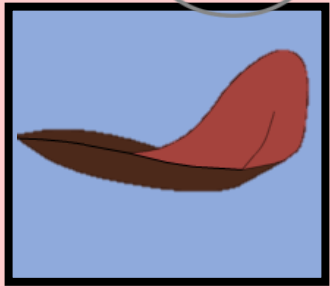
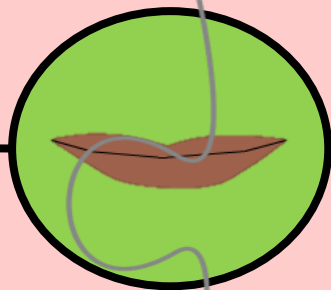
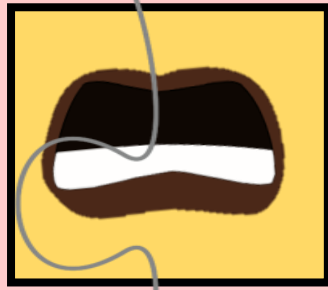
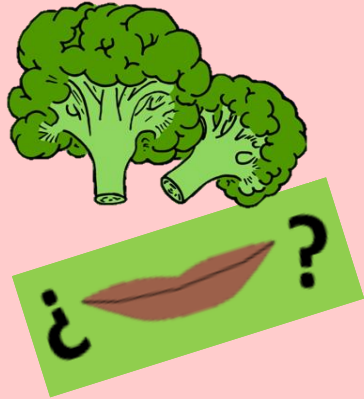


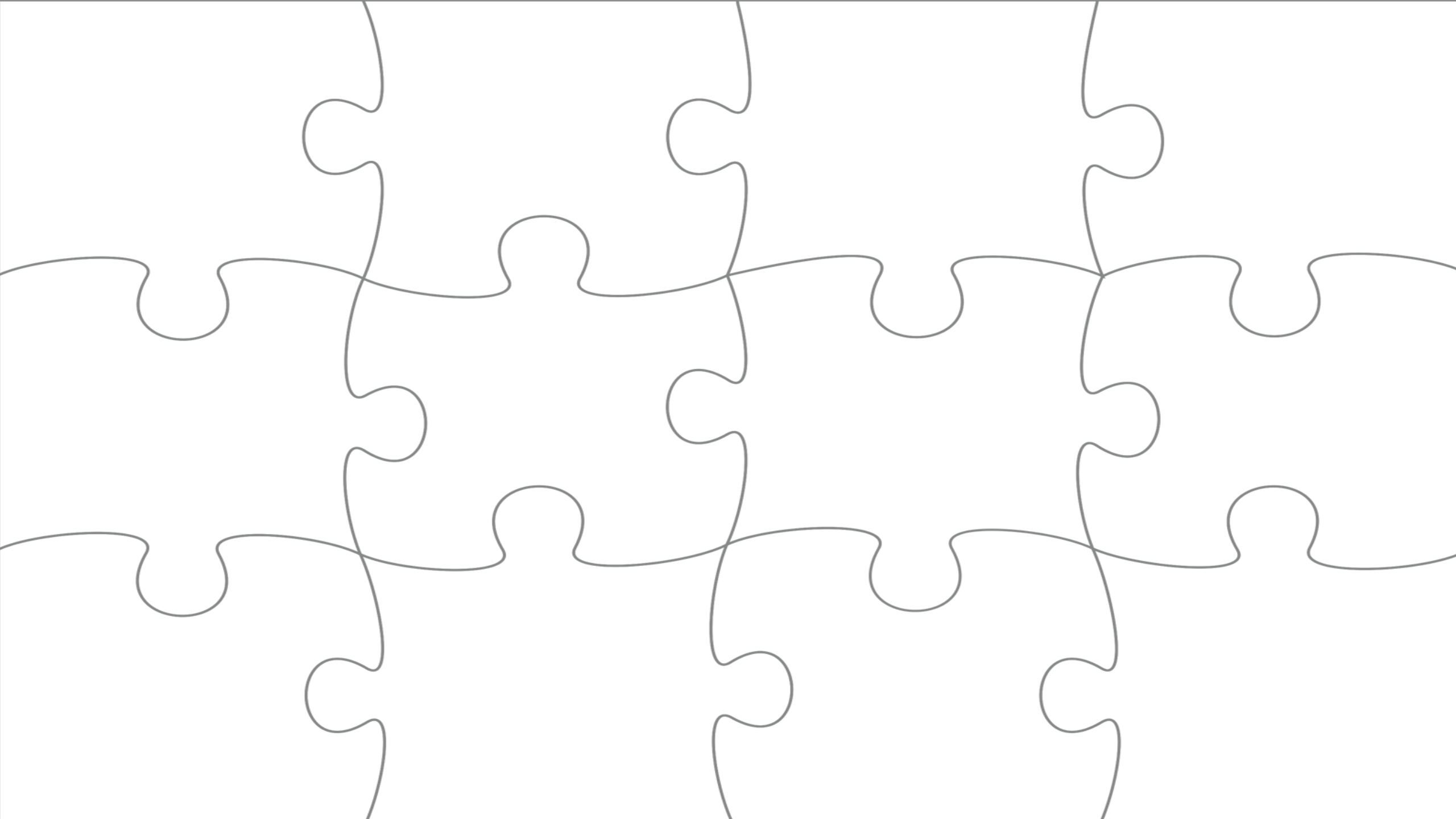
5' **I** 3'



5' **GUST** 3'

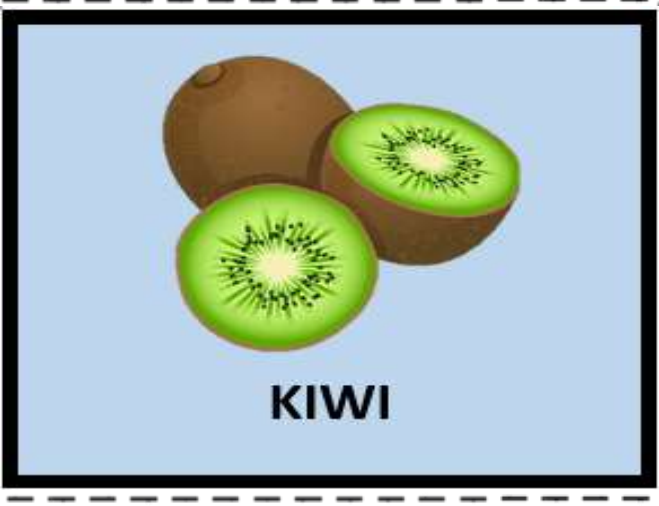
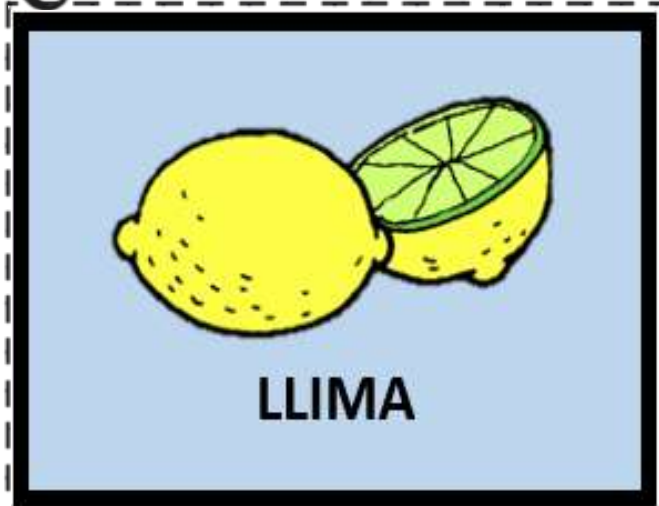
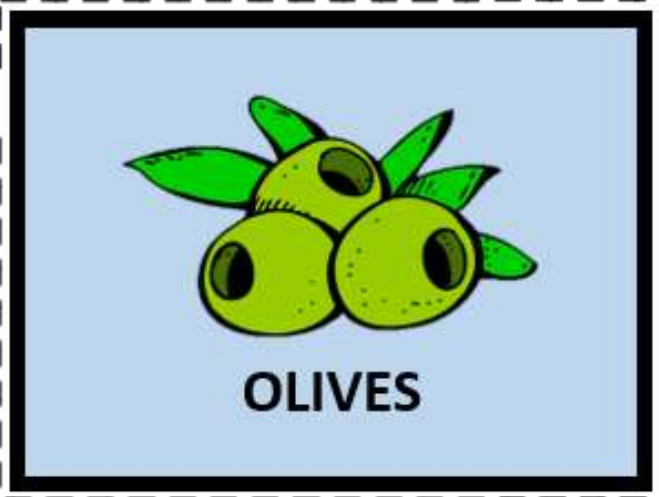
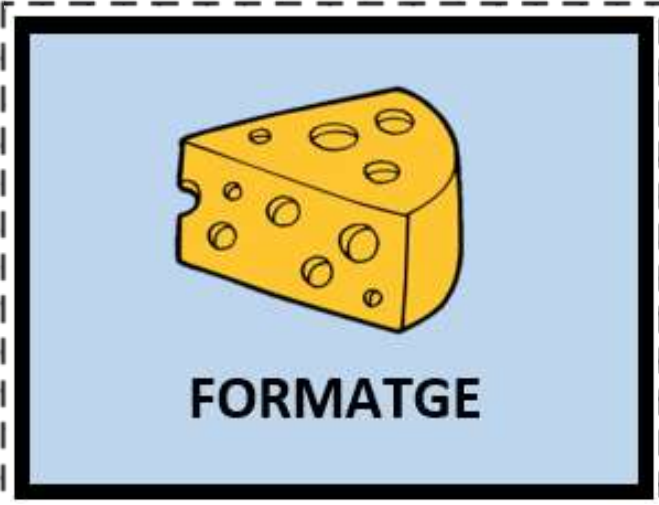






ANNEX 8

CRUCI-RELACIONA





XOCOLATA 100%



CAFÉ



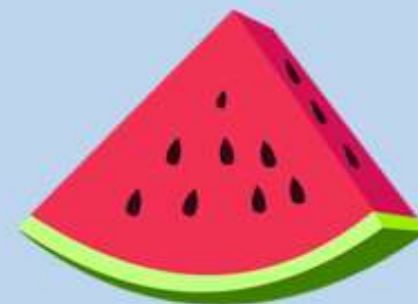
BRÒQUIL



SUCRE



MEL



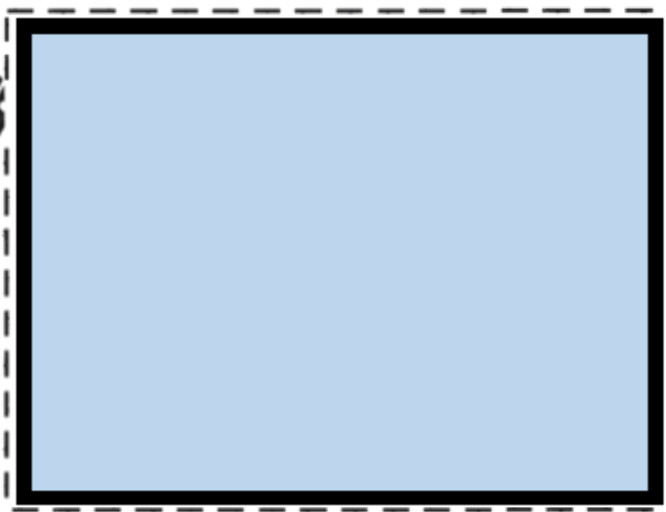
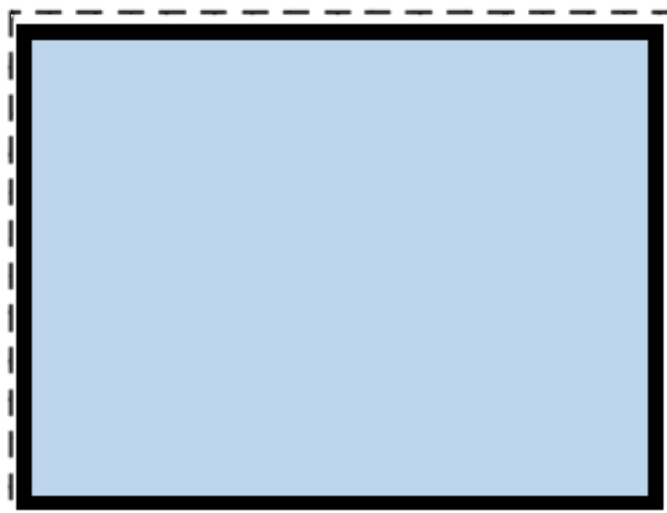
MELÓ D'AIGUA

ÀCID

AMARG

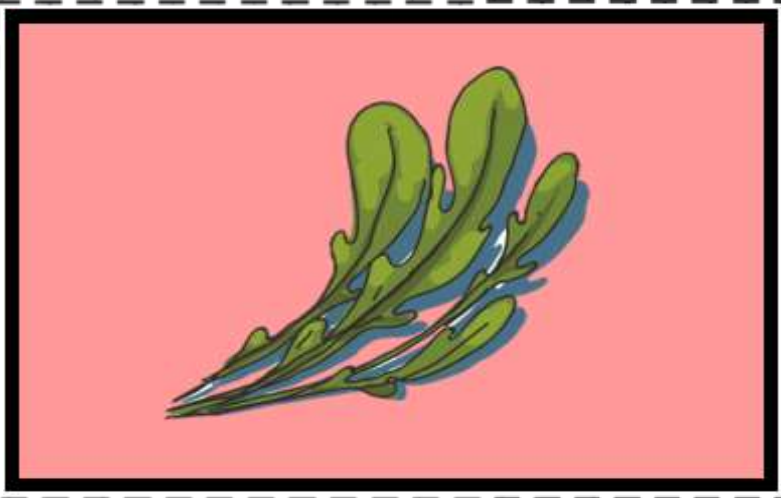
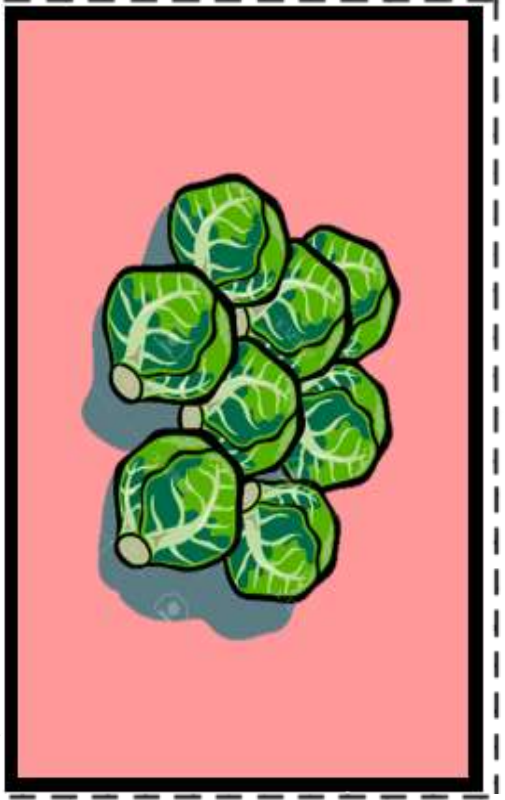
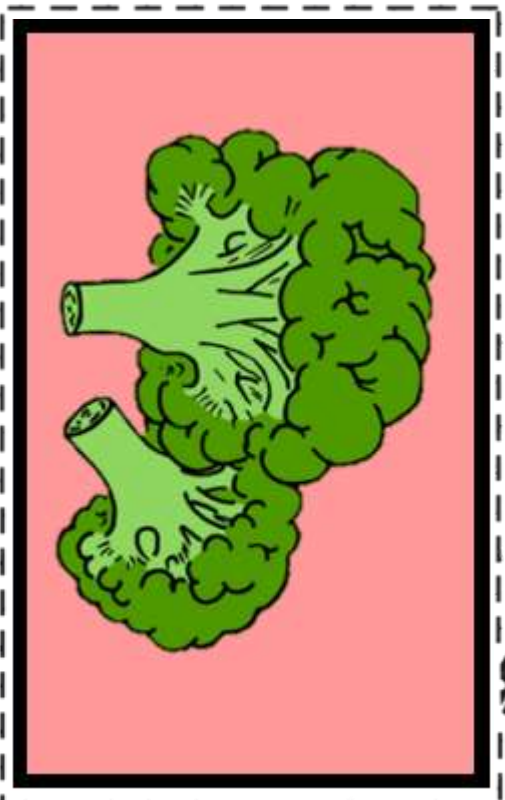
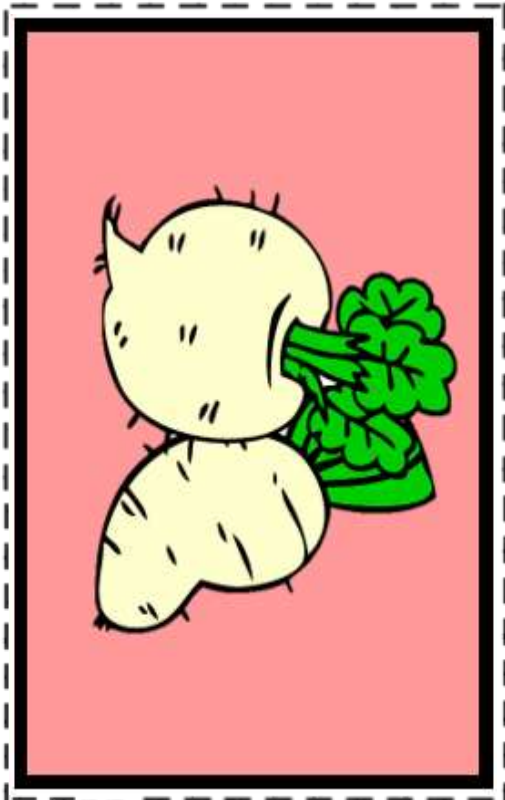
DOLÇ

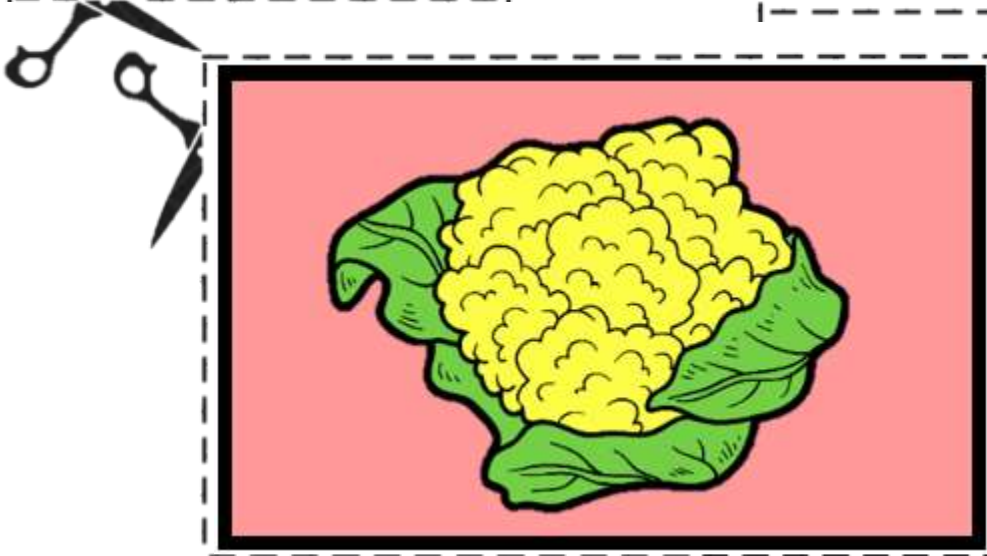
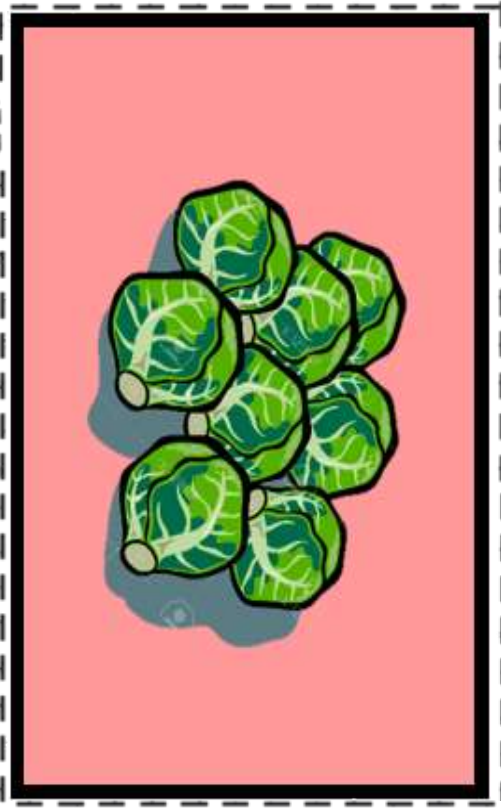
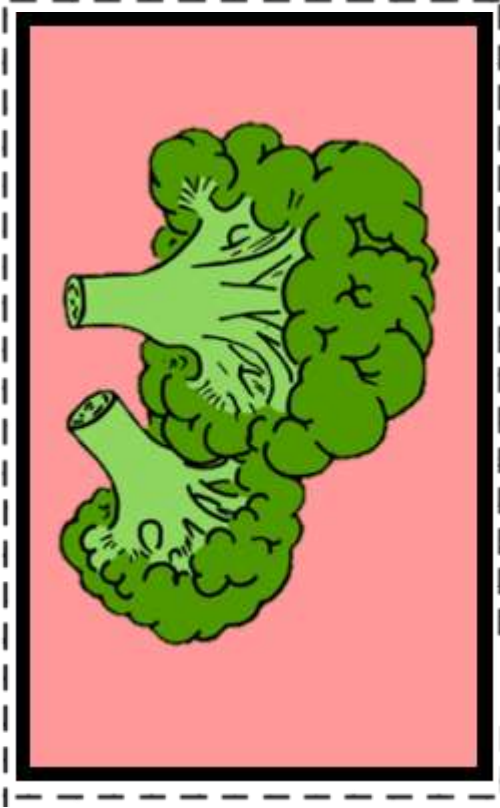
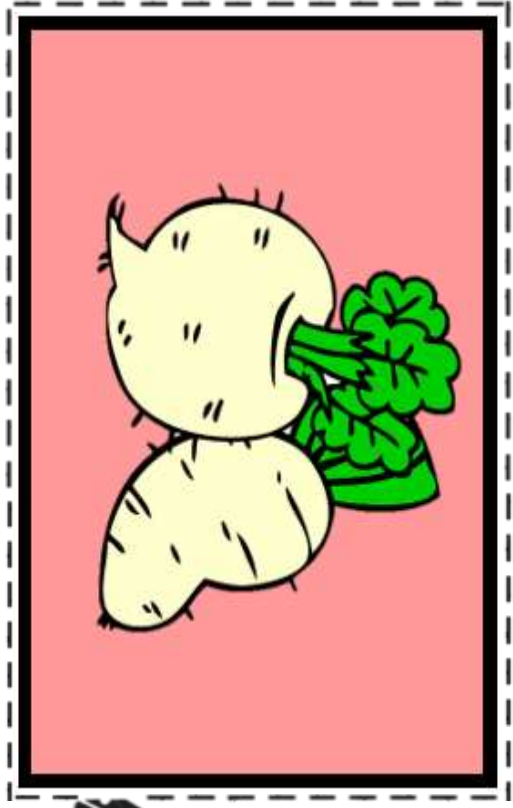
SALAT

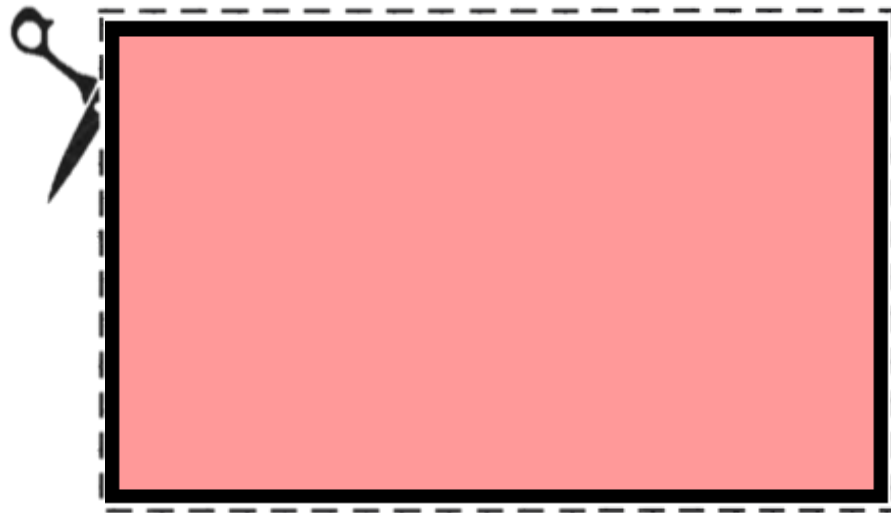
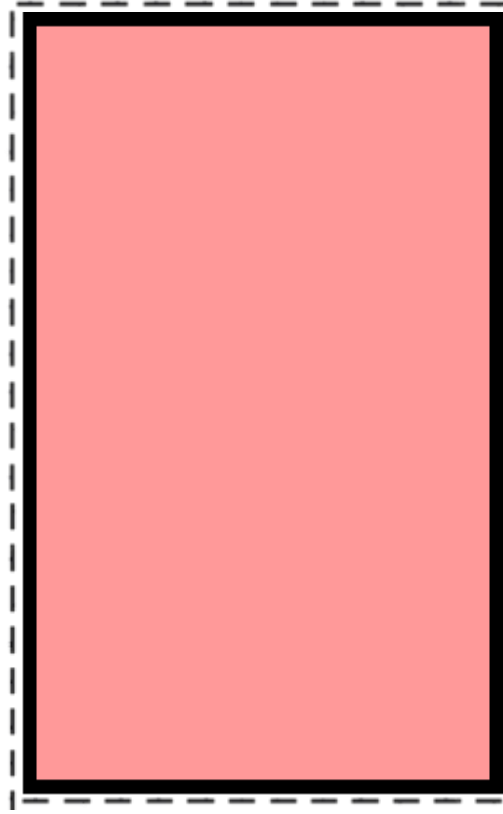
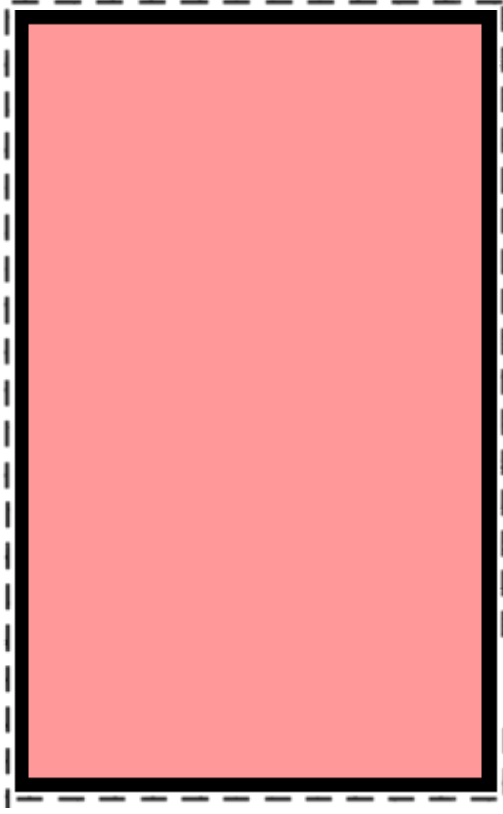
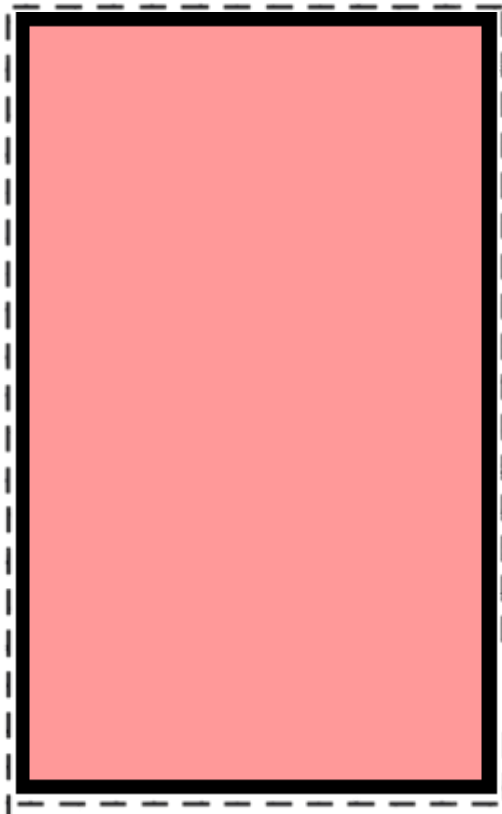
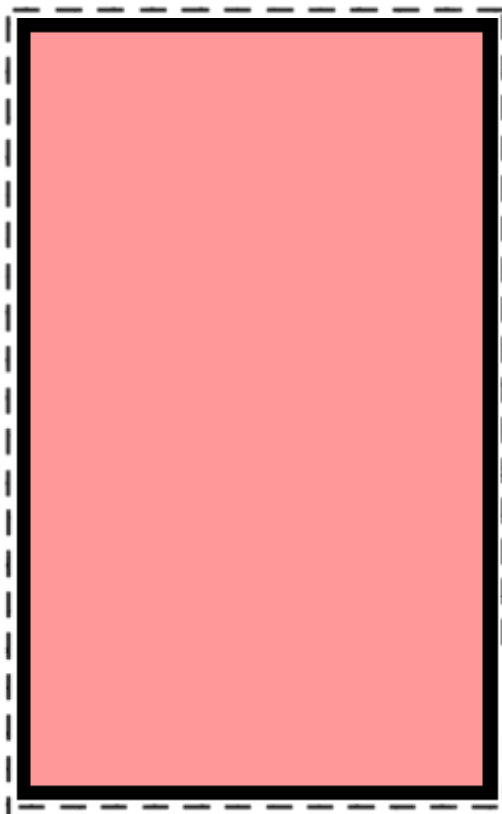


ANNEX 9

CRUCI-MEMORY







ANNEX 10

CRUCI-PINTURILLO

POMA

MELÓ D'AIGUA

BRÈCOL

CARLOTA

MADUIXA

TOMACA

LLETUGA

RUCA

NAP

COL

XOCOLATE

CREÏLLA

PEIX

CARN

PLÀTAN

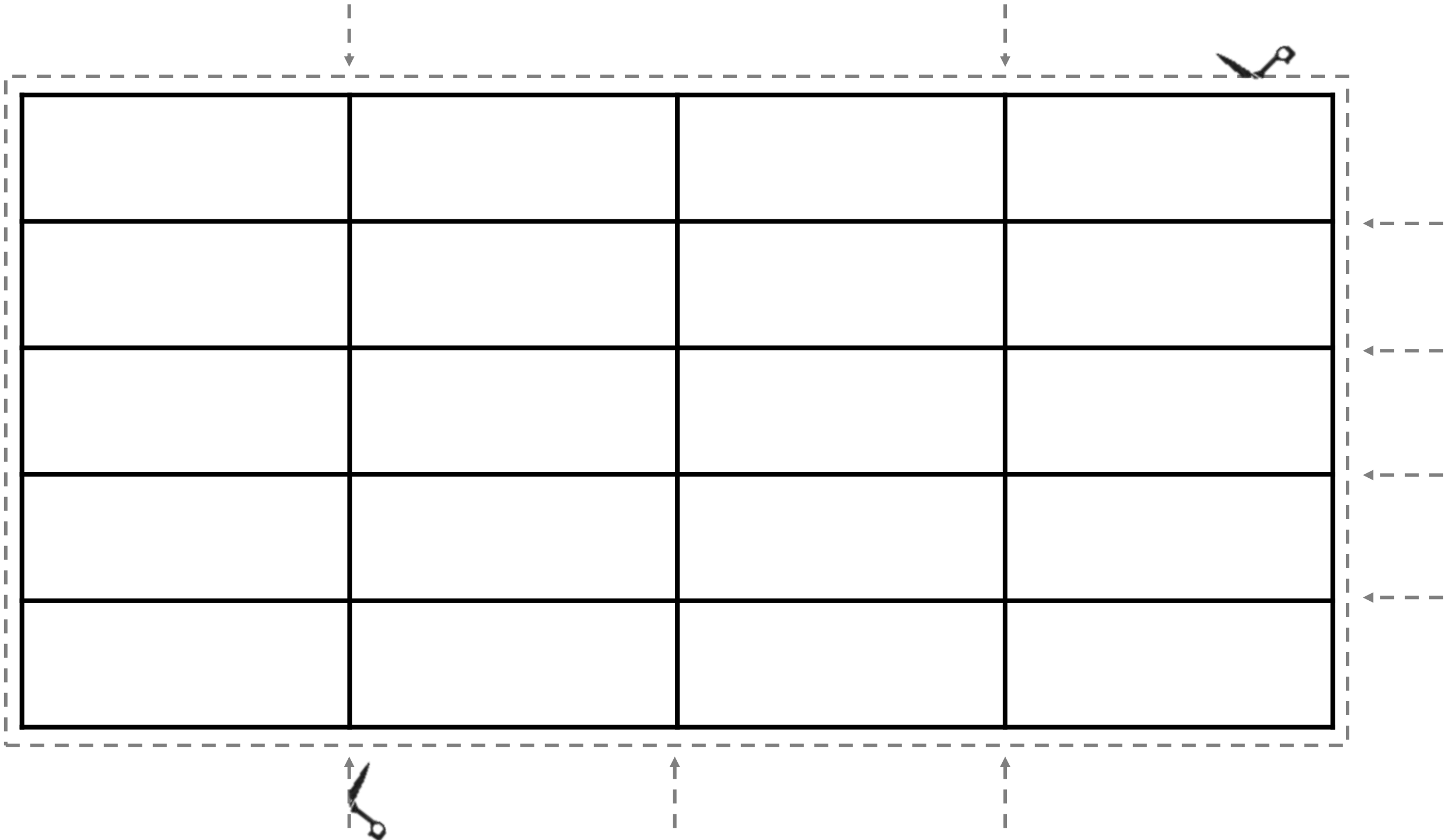
PERA

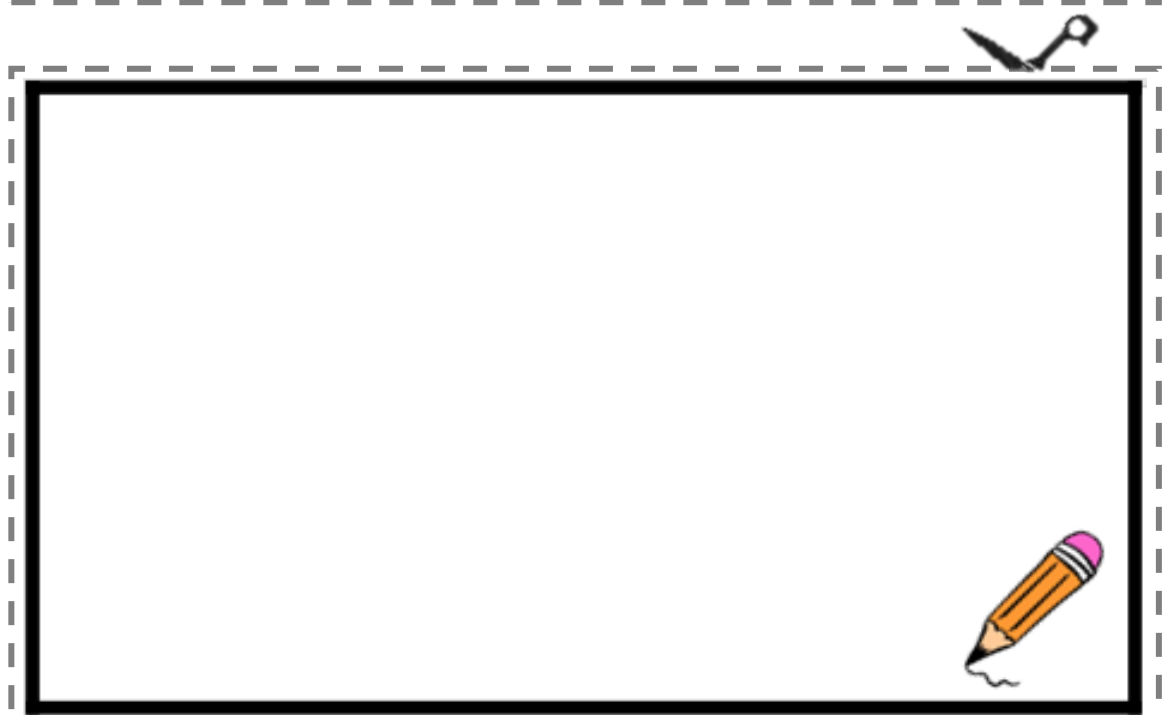
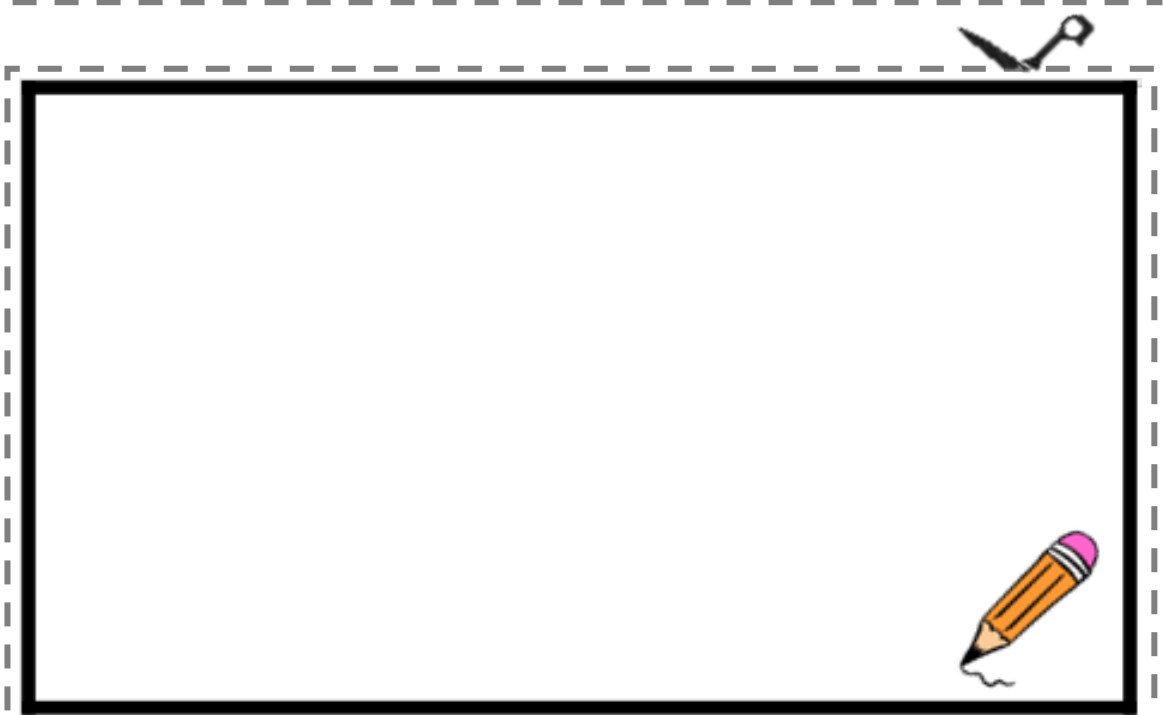
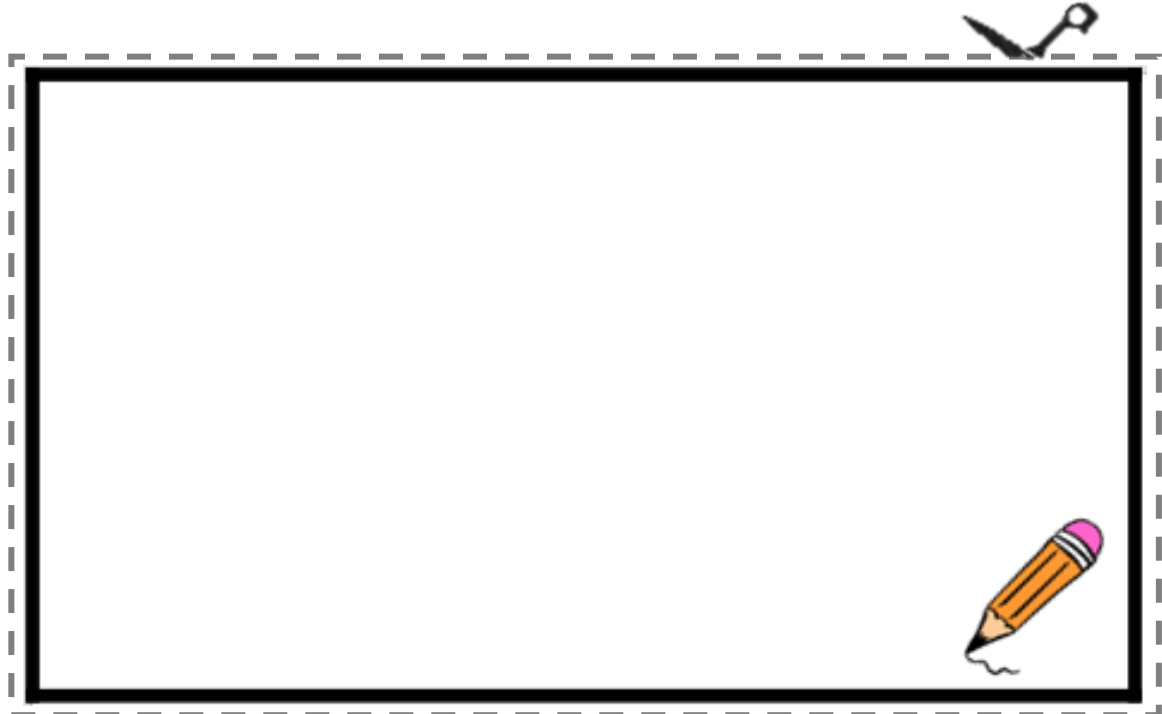
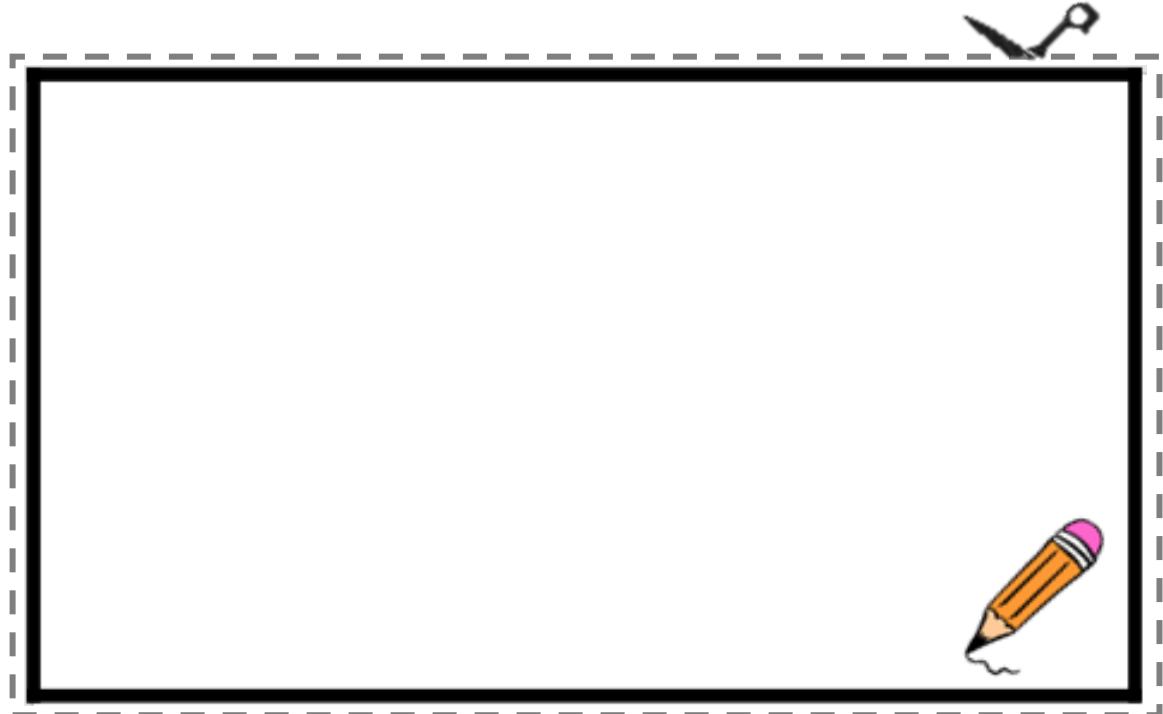
RAVE

COL DE BRUSSEL·LES

OLIVES

FORMATGE





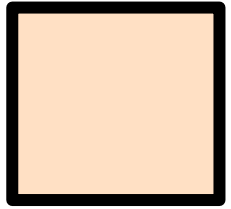




NO ESTÀ TAN
AMARG...



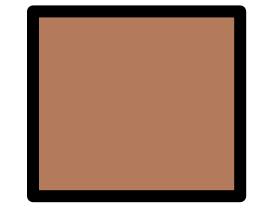
PIGMENTACIÓ
PELL



+



=



GRANDÀRIA
ORELLES



+



=



GRANDÀRIA NAS



+



=



COLOR ULLS



+



=



FORMA I COLOR
CABELL



+



=



CAPACITAT DE
DETECCIÓ DEL
SABOR AMARG



+



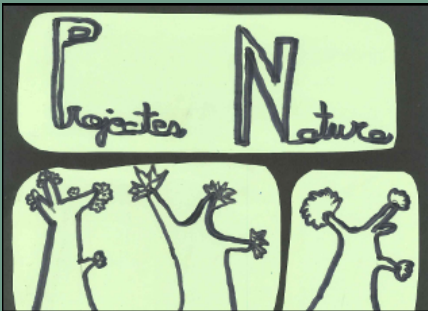
=



PROJECTE NATURA:

ANNEX 12

5' GENÈTICA 3' I 5' GUST 3'



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA (U~) Facultat de Ciències Biològiques



1 OBJECTIU PRINCIPAL

Transmetre coneixements bàsics sobre la base genètica del sentit del gust

2 METODOLOGIES

ApS ABP Aprenentatge cooperatiu
Pensament de disseny Aula invertida
Pensament basat en el pensament Ludificació

3 PARAULES CLAU

GUST AMARGOR RECEPTOR GEN AL·LEL
GENOTIP FENOTIP AMBIENT CRUCÍFERA
PERCEPCIÓ PREFERÈNCIA HERÈNCIA

4

FASES

PLANIFICACIÓ

Fase de treball personal en la qual es va plantejar el projecte, es van decidir els continguts teòrics i les activitats que s'anaven a dur a terme en Batxillerat i es va preparar el corresponent material.

BATXILLERAT

Desenvolupament de sis sessions en les quals s'asimilaren conceptes bàsics de la genètica del gust i s'adaptaren per al desenvolupament i la preparació del taller de Primària.

PRIMÀRIA

Participació dels i les alumnes en la CRUCI-GIMCANA, mitjançant la qual aquests i aquestes van adquirir una idea bàsica de la genètica, a més de conèixer l'existència de les crucíferes i els seus beneficis nutricionals

5 VALORACIÓ

El projecte ha sigut una experiència enriquidora per a tots i totes les participants, la qual ha permès, tant l'adquisició de nous coneixements, com un creixement personal i la possibilitat de posar en pràctica i fer consciència de la importància de la divulgació científica.



SARAI TOMÁS PÉREZ
BIOQUÍMICA I CIÈNCIES BIOMÈDIQUES

