

GEV: Genètica i evolució

GEV: Consideracions generals

El bloc de Genètica i evolució recull els sabers del currículum vinculats a dues branques diferents de la biologia, que són especialment rellevants en l'alfabetització científica de l'alumnat de secundària per les seves implicacions ètiques i culturals.

Els avenços recents en el camp de la genètica han transformat profundament la biologia, la biotecnologia i la medicina. Per aquest motiu, és essencial que tot l'alumnat, independentment del seu itinerari acadèmic posterior, assoleixi una comprensió sòlida de les bases d'aquesta disciplina. Aquest coneixement els ha de permetre formar-se una opinió crítica davant de qüestions rellevants que, cada cop més, formen part del debat públic i que probablement els interpel·laran directament en un futur, com ho són la modificació genètica d'éssers vius, la clonació, la teràpia gènica, etc.

A 4t d'ESO, aquest bloc s'ofereix com una introducció a la genètica, i s'hi aborden tant els conceptes fonamentals de l'herència mendeliana com també els continguts bàsics de la genètica molecular que són darrere d'aquesta gran revolució científica del segle XXI. El model d'herència formulat per Mendel permetia descriure i predir com es transmetien uns caràcters determinats d'una generació a l'altra, tot i que es va desenvolupar molt abans que es conegués la base molecular de l'herència. Es tracta, per tant, d'una simplificació amb limitacions significatives d'un model molt més complex, que s'ha anat configurant a mesura que la ciència ha acumulat noves evidències. La matèria de Biologia i Geologia de 4t d'ESO ofereix una bona oportunitat per introduir tots dos models (el més senzill i el més complex) tot contextualitzant-los històricament, la qual cosa permet també posar de manifest la naturalesa dinàmica del coneixement científic. Són moltes les situacions d'aprenentatge relacionades amb controvèrsies sociocientífiques de l'àmbit de la bioètica, que permeten abordar els sabers de genètica molecular (com ara la clonació terapèutica, els organismes transgènics o la millora genètica). També es poden introduir les lleis de l'herència de Mendel a partir de casos, reals o ficticis, que ajudaran tant a reforçar com a qüestionar els límits del model.

Pel que fa als sabers sobre evolució inclosos en aquest bloc del currículum, es poden establir connexions amb pràcticament qualsevol altre àmbit de la biologia o la geologia (especialment, els blocs de La cèl·lula i Ecologia), però també amb l'antropologia, tot i que aquesta darrera disciplina sovint s'emmarca dins de les ciències socials. La teoria de l'evolució constitueix un paraigua colossal que aixopluga bona part dels plantejaments de la biologia i de la ciència contemporània. Malgrat que l'alumnat arriba a 4t d'ESO amb coneixements fragmentats sobre el procés evolutiu (i especialment d'aquells que fan referència al seu impacte en l'espècie humana), aquest curs representa una oportunitat per introduir les bases biològiques que expliquen el fenomen i per desfer mites i idees alternatives que sovint estan molt arrelades, no només entre els i les estudiants, sinó també en el conjunt de la societat. Aquestes

concepcions alternatives, com ara la visió d'un procés evolutiu dirigit o determinat (de caràcter lamarckià), poden esdevenir un bon punt de partida per presentar els sabers d'aquest bloc curricular i construir-hi, de manera crítica i fonamentada, les bases del coneixement científic actual sobre l'evolució.

Les dues grans idees que vertebraven aquest bloc són, doncs, que:

1. La informació genètica dels éssers vius es troba xifrada en la molècula d'ADN, que s'hereta de progenitors a descendents i està constituïda de llargues seqüències de nucleòtids que codifiquen per a la síntesi de proteïnes. Les proteïnes són molècules amb funcions molt diverses, essencials per al funcionament de qualsevol organisme.
2. Les espècies biològiques canvien amb el pas del temps per mitjà de la selecció natural, però conserven aquelles característiques de determinats individus que els permeten una millor adaptació al seu entorn i n'afavoreixen la supervivència i reproducció.

GEV: Idees clau

[Gev 1] Els descendents s'assemblen molt als seus progenitors, però no del tot, i s'assemblen també entre ells.

[Gev 2] Tots els éssers vius tenen descendència, sovint amb dos progenitors implicats.

[Gev 3] Algunes característiques són hereditàries, d'altres depenen de l'entorn, i moltes resulten de la combinació de tots dos factors. Moltes característiques dels organismes s'hereten dels seus progenitors. Altres característiques resulten de les interaccions dels individus amb l'entorn, que poden anar des de la dieta fins a l'aprenentatge. Moltes característiques impliquen tant l'herència com el medi ambient.

[Gev 4] Com que la descendència s'assembla als seus progenitors, hi ha d'haver una manera fiable de transferir informació d'una generació a l'altra.

[Gev 5] En alguns tipus d'organismes, tota la informació hereditària prové d'un sol progenitor.

[Gev 6] En els organismes que tenen dos sexes, normalment la meitat de la informació hereditària prové de cada progenitor.

[Gev 7] La informació que es transmet dels pares als fills està codificada en molècules d'ADN.

[Gev 8] Les molècules d'ADN es troben plegades dins d'una cèl·lula, de manera ordenada, formant cromosomes.

[Gev 9] La majoria d'animals i plantes disposem de dos jocs de cromosomes. Cada joc l'hem heretat d'un dels nostres progenitors.

[Gev 10] Les molècules d'ADN són cadenes llargues que uneixen només quatre tipus de molècules més petites, la seqüència precisa de les quals codifica la informació genètica.

[Gev 11] Un gen és un fragment de la molècula d'ADN que codifica per la síntesi d'una o diverses proteïnes.

[Gev 12] Els gens es troben als cromosomes de les cèl·lules, i cada parell de cromosomes conté dues variants de cadascun dels gens (al·lels).

[Gev 13] En una població poden existir moltes variants (al·lels) d'un gen determinat, però un individu només pot disposar de dues variants (al·lels) d'un gen.

[Gev 14] Hi ha moltes relacions possibles entre els dos al·lels de què disposem de cada gen. Sovint un dels al·lels «domina» sobre l'altre, que no s'expressa mentre estigui combinat amb l'al·lel dominant. Hi ha, però, altres possibles relacions entre al·lels.

[Gev 15] No tota la informació genètica d'un organisme (genotip) té impacte en les seves característiques observables (fenotip).

[Gev 16] Totes les cèl·lules d'un organisme disposen del mateix contingut genètic, però no totes les cèl·lules fan servir (expressen) la mateixa informació genètica.

[Gev 17] Perquè un gen pugui ser traduït en les proteïnes que codifica, caldrà haver-ne fet una còpia prèviament en forma d'ARN (transcripció).

[Gev 18] El codi genètic necessari per traduir l'ARN en una proteïna és pràcticament el mateix per a totes les formes de vida.

[Gev 19] Algunes malalties genètiques són conseqüència d'al·lels que tenen modificada la seqüència i codifiquen per proteïnes que no poden acomplir la seva funció.

[Gev 20] Hi ha malalties genètiques que són el resultat d'una alteració en la regulació d'uns gens determinats (que s'expressen en moments o ubicacions erronis).

[Gev 21] No tot l'ADN codifica per a proteïnes; alguns segments d'ADN estan implicats en funcions reguladores o estructurals, i alguns no tenen cap funció encara coneguda.

[Gev 22] Les cèl·lules d'un embrió es diferencien activant parts diferents de l'ADN segons el seu entorn. A mesura que les generacions successives de cèl·lules d'un embrió es formen per divisió, petites diferències en els seus entorns immediats fan que es desenvolupin de manera lleugerament diferent, activant o inactivant diferents parts de la informació de l'ADN.

[Gev 23] Les característiques hereditàries es poden observar a escala molecular i de l'organisme sencer, en estructura, química o comportament.

[Gev 24] Els caràcters hereditaris poden influir tant en l'estructura i la bioquímica de l'organisme com en el seu comportament. Els caràcters hereditaris poden incloure detalls de la bioquímica i les característiques anatòmiques que s'expressen finalment en el desenvolupament de l'organisme. Per mitjans bioquímics o anatòmics, les característiques hereditàries també poden influir en el comportament.

[Gev 25] En la majoria dels mamífers els mascles disposen d'un cromosoma sexual Y, que conté els gens que determinen les característiques sexuals masculines. Aquest cromosoma es combina amb un cromosoma sexual X, que inclou informació genètica no vinculada a la determinació de les característiques sexuals.

[Gev 26] Les femelles de la majoria dels mamífers han heretat dos cromosomes X, procedents de cadascun dels progenitors.

[Gev 27] Els mascles de la majoria dels mamífers disposen d'un sol al·lel dels gens situats al cromosoma X, mentre que les femelles disposen de dos al·lells dels gens d'aquest cromosoma.

[Gev 28] Hi ha variacions entre individus d'un tipus dins d'una població.

[Gev 29] Els descendents s'assemblen molt als seus progenitors, però no del tot, i s'assemblen també entre ells.

[Gev 30] Els «fòssils» es poden comparar entre si i amb organismes vius segons les seves semblances i diferències. Alguns organismes que van viure fa molt de temps són semblants als organismes existents, però alguns són força diferents.

[Gev 31] El funcionament de les cèl·lules és similar en tots els éssers vius.

[Gev 32] Molts milers de capes de roca sedimentària proporcionen proves de la llarga història de la Terra i de la llarga història de formes de vida canviants, les restes de les quals es troben a les roques.

[Gev 33] Els canvis en l'hàbitat d'un organisme són de vegades beneficiosos i de vegades perjudicials.

[Gev 34] En tots els entorns, els organismes amb necessitats similars poden competir entre ells per recursos, com ara aliment, espai, aigua, aire i refugi. En qualsevol entorn particular, el creixement i la supervivència dels organismes depenen de les condicions físiques.

[Gev 35] Els canvis en les condicions ambientals poden afectar la supervivència d'organismes individuals i espècies senceres.

[Gev 36] Alguns tipus d'organismes que abans vivien a la Terra han desaparegut completament, encara que són similars a d'altres que són vius avui dia.

[Gev 37] Els individus de la mateixa espècie difereixen en les seves característiques i, de vegades, les diferències donen als individus un avantatge per sobreviure i reproduir-se.

[Gev 38] Les característiques hereditàries (transmeses en la informació genètica) influeixen en la probabilitat que té un organisme de sobreviure i reproduir-se.

[Gev 39] L'atzar per si sol pot donar lloc a la persistència d'algunes característiques hereditàries que no tenen cap avantatge o desavantatge per a la supervivència o reproducció.

[Gev 40] El codi d'ADN és pràcticament el mateix per a totes les formes de vida.

[Gev 41] El grau de parentiu entre organismes o espècies es pot estimar a partir de la similitud de les seves seqüències d'ADN.

[Gev 42] Les mutacions són canvis aleatoris en la seqüència genètica que poden afectar l'estructura i funció de les proteïnes. Alguns canvis són **beneficiosos, d'altres, perjudicials o neutres**. Les mutacions són canvis en la seqüència genètica, que es produeixen per atzar dins les nostres cèl·lules. Tot i que són poc freqüents, les mutacions poden provocar canvis en l'estructura i la funció de les proteïnes. Alguns canvis són beneficiosos; d'altres, nocius, i alguns, neutres per a l'organisme.

[Gev 43] Tot i que la replicació de l'ADN està minuciosament regulada i és molt precisa, es produeixen errors, que donen lloc a mutacions. Els factors ambientals també poden causar mutacions en els gens.

[Gev 44] Els descendents d'individus amb característiques avantatjoses tenen més probabilitats de sobreviure i reproduir-se. Aquest procés, anomenat selecció natural, fa que augmenti la proporció d'aquestes característiques.

[Gev 45] L'acció continuada de la selecció natural en noves característiques i en ambients canviants, una vegada i una altra durant milions d'anys, ha produït una successió de noves espècies diverses.

[Gev 46] La variabilitat entre individus d'una mateixa espècie (fruit de les mutacions) és l'origen de l'aparició de noves proteïnes, que poden reeixir més bé donar més avantatge reproductiu.

[Gev 47] La idea bàsica de l'evolució biològica és que les espècies actuals de la Terra es van desenvolupar a partir d'espècies anteriors i clarament diferents.

[Gev 48] El procés evolutiu no és dirigit: les espècies, en general, no poden fer res per adaptar-se als canvis que es produeixen al seu hàbitat i, per tant, només sobreviuen si ja disposen de característiques que els permeten l'adaptació.

[Gev 49] La vida a la Terra va començar amb organismes unicel·lulars fa uns 4.000 milions d'anys. Quan van aparèixer les cèl·lules amb nucli, fa 1.000 milions d'anys, van evolucionar formes multicel·lulars cada cop més complexes.

[Gev 50] Les idees modernes sobre l'evolució proporcionen una explicació científica per a la història de la vida a la Terra tal com es descriu en el registre fòssil i en les similituds evidents dins de la diversitat d'organismes.

[Gev 51] Les mutacions genètiques són atzaroses i preadaptatives.

GEV: Proposta de concreció de sabers

Sabers del currículum de 1r, 2n i 3r curs	Proposta a 1r/2n curs	Proposta a 3r curs	Sabers del currículum de 4t curs	Proposta a 4t curs
	Blocs La cèl·lula i Éssers vius	Sabers del bloc de Cos humà relacionats amb la reproducció.	#GEV4t.1 Interpretació del model simplificat de l'estructura de l'ADN i de l'ARN i relació amb la seva funció i síntesi.	Definició dels àcids nucleics i les proteïnes com a polímers orgànics formats per llargues cadenes de nucleòtids i aminoàcids, respectivament, amb una estructura tridimensional que en determina la funció. Identificació de les diferències estructurals i funcionals entre l'ADN i l'ARN i del paper específic de cadascun en les dues etapes de la síntesi proteica: la transcripció i la traducció. [ESS] [Gev 7] [Gev 8] [Gev10] [Gev11] [Gev17] [Cel 17]

Sabers del currículum de 1r, 2n i 3r curs	Proposta a 1r/2n curs	Proposta a 3r curs	Sabers del currículum de 4t curs	Proposta a 4t curs
			#GEV4t.2 Relació entre el material genètic i les característiques observables d'un organisme (especialment en humans) a través de les etapes de l'expressió gènica i diferenciació entre genotip i fenotip.	Comprensió de les funcions biològiques de les proteïnes per explicar com els canvis en les instruccions genètiques (genotip) poden alterar l'estructura o la funció d'aquestes proteïnes, i afectar així l'aspecte o el funcionament de l'organisme (fenotip). [ESS] [Gev 15] [Gev 16]
			#GEV4t.3 Investigació sobre la naturalesa i el mecanisme d'herència de malalties genètiques a partir de l'anàlisi de casos. #GEV4t.6 Resolució de problemes senzills d'herència genètica de caràcters amb relació de dominància, recessivitat, de codominància, dominància incompleta i al·lèlisme múltiple. Resolució de problemes relatius al mecanisme de determinació del sexe genètic i herència lligada aquest mecanisme.	Aplicació dels conceptes bàsics de la genètica mendeliana a l'hora d'explicar les relacions entre els al·lèls d'un mateix gen en organismes diploides. Cal ser capaç de reconèixer els patrons d'herència mendeliana més comuns a partir de casos, pedigrís familiars o problemes senzills. A més, cal saber identificar les limitacions d'aquest model davant la naturalesa poligènica i multifactorial de la majoria de característiques fenotípiques humanes. [Gev 9] [Gev 12] [Gev 15]

Sabers del currículum de 1r, 2n i 3r curs	Proposta a 1r/2n curs	Proposta a 3r curs	Sabers del currículum de 4t curs	Proposta a 4t curs
				13] [Gev 14] [Gev 19] [Gev 25] [Gev 26] [Gev 27]
			#GEV4t.4 Argumentació sobre el paper de les mutacions a l'origen de la biodiversitat i la seva relació amb els processos evolutius. #GEV4t.5 Interpretació dels fenòmens evolutius des de la perspectiva de diferents teories explicatives (lamarckiana, neodarwinista), anàlisi de casos.	Contraposició dels models evolutius principals amb les idees fixistes, analitzant les propostes de Lamarck i del neodarwinisme per explicar l'aparició de trets morfològics i fisiològics en diferents espècies. Comprensió del paper fonamental de les mutacions en l'origen de la variabilitat genètica sobre la qual actua la selecció natural. [ESS] [Gev 23] [Gev 42] [Gev 43] [Gev 44] [Gev 45] [Gev 47] [Gev 48] [Gev 51]

Concrecions a 4t

Tot i que el disseny curricular concentra els sabers del bloc de Genètica i evolució a la matèria optativa de Biologia i Geologia de 4t d'ESO, és necessari haver introduït algunes idees clau bàsiques prèviament (vegeu mapes de progressió d'idees) per poder garantir que l'alumnat finalitza l'etapa a l'educació obligatòria amb una visió general sobre el bloc que li permeti construir els objectius de la matèria de 4t d'ESO que es concreten a continuació:

- Definició dels àcids nucleics i les proteïnes com a polímers orgànics formats per llargues cadenes de nucleòtids i aminoàcids, respectivament, amb una estructura tridimensional que en determina la funció. Identificació de les diferències estructurals i funcionals entre l'ADN i l'ARN i del paper específic de cadascun en les dues etapes de la síntesi proteica: la transcripció i la traducció.

Activitat paradigmàtica: Dramatització o teatralització del procés de síntesi de proteïnes a l'aula per tal d'aconseguir que l'alumnat obtingui cadenes d'aminoàcids (representats per clips, per exemple) a partir d'una seqüència de nucleòtids d'un gen (lletres en un paper, per exemple).

L'objectiu d'aquest curs no és aprofundir en les característiques ni en l'estructura química de les molècules implicades en la síntesi de proteïnes (com els aminoàcids o els nucleòtids). Es tracta que l'alumnat adquireixi una visió general del procés que li permeti entendre quin rol desenvolupa cada molècula.

També pot ser interessant presentar algunes tècniques de biotecnologia o d'enginyeria genètica, com la clonació o la transgènesi, per oferir contextos en què es pugui aplicar el model que ha construït l'alumnat. A partir d'aquests exemples, es poden plantejar debats en l'àmbit de la bioètica.

[ESS] #GEV4t.1 [Gev 7] [Gev 8] [Gev10] [Gev11] [Gev17] [Cel 17]

- Comprensió de les funcions biològiques de les proteïnes per explicar com els canvis en les instruccions genètiques (genotip) poden alterar l'estructura o la funció d'aquestes proteïnes, i afectar així l'aspecte o el funcionament de l'organisme (fenotip).

Activitat paradigmàtica: Comparació de cadenes de nucleòtids, salvatges i patològiques, d'un gen determinat associat a una malaltia causada per una mutació puntual a partir de seqüències fictícies o reals, obtingudes de bases de dades obertes (p. ex.: NCBI).

És pertinent introduir el concepte d'epigenètica, tot i no aprofundir en els mecanismes de regulació del material genètic, amb l'objectiu que l'alumnat pugui establir connexions amb les idees sobre el càncer i el cicle cel·lular tractades al bloc dedicat a la cèl·lula d'aquest curs.

[ESS] #GEV4t.2 [Gev 15] [Gev 16]

- Aplicació dels conceptes bàsics de la genètica mendeliana a l'hora d'explicar les relacions entre els al·lels d'un mateix gen en organismes diploides. Cal ser capaç de reconèixer els patrons d'herència mendeliana més comuns a partir de casos, pedigrís familiars o problemes senzills. Així mateix, cal saber identificar les limitacions d'aquest model davant la naturalesa poligènica i multifactorial de la majoria de característiques fenotípiques humanes.

Activitat paradigmàtica: Confecció d'un pedigrí familiar sobre la sensibilitat a la feniltiocarbamida per tal d'inferir i justificar el patró d'herència d'aquesta característica.

Pot ser preferible introduir la genètica mendeliana un cop s'han presentat els conceptes de genètica molecular. D'aquesta manera, l'alumnat pot establir connexions entre els elements del model mendelià (com «gen», «al·lel» o «diploide»), que representen una simplificació, i els corresponents del model molecular, que ofereix una visió més precisa i completa dels mecanismes genètics.

#GEV4t.3 #GEV4t.6 [Gev 9] [Gev 12] [Gev 13] [Gev 14] [Gev 19] [Gev 25] [Gev 26] [Gev 27]

- Contraposició dels models evolutius principals amb les idees fixistes, analitzant les propostes de Lamarck i del neodarwinisme per explicar l'aparició de trets morfològics i fisiològics en diferents espècies. Comprensió del paper fonamental de les mutacions en l'origen de la variabilitat genètica sobre la qual actua la selecció natural.

Activitat paradigmàtica: Anàlisi crítica de notícies i publicacions a les xarxes socials que donen explicacions errònies des d'un enfocament lamarckista sobre l'evolució de característiques morfològiques o fisiològiques (p. ex.: «els humans del futur no tindran dits del peu» o «els creixerà gepa per la tendència a inclinar el cos a l'hora de mirar el telèfon mòbil»).

Una possibilitat per introduir els sabers d'evolució de 4t d'ESO a l'aula és fer-ho a partir d'articles o publicacions a les xarxes socials que facin referència a idees errònies o alternatives sobre la finalitat o la direccionalitat del procés evolutiu (lamarckisme). Es tracta d'idees molt presents i freqüents, i un dels objectius principals del bloc d'Evolució a 4t d'ESO és que l'alumnat sàpiga identificar-les.

[ESS] #GEV4t.4 #GEV4t.5 [Gev 23] [Gev 42] [Gev 43] [Gev 44] [Gev 45] [Gev 47] [Gev 48] [Gev 51]