



“Simplement, me vaig situar 59,055 polzades d’ells” podria haver dit Dorothea Bate

Damià Vicens Xamena
IES Joan Alcover, Palma
dvicens7@hotmail.com

Resum • El *Myotragus*, el mamífer endèmic extint del Pliocè i Quaternari de les Gimnèsies (Menorca, Mallorca, Cabrera i Dragonera), es pot utilitzar per introduir tant conceptes biològics com geològics. La seva descobridora, la naturalista gal·lesa Dorothea Bate, és un model de científica. Va ser la primera dona contractada pel *Natural History Museum* de Londres.

Paraules clau • Geologia, Biologia, Dorothea Bate, *Myotragus*

“I was just 59.055 inches away from them” could have said Dorothea Bate

Abstract • The *Myotragus*, the extinct endemic mammal of the Pliocene and Quaternary of the Gimnesies Islands (Menorca, Mallorca, Cabrera and Dragonera), can be used to introduce both biological and geological concepts. Its discoverer, the Welsh naturalist Dorothea Bate, is a model scientist. She was the first women hired by the Natural History Museum in London.

Keywords • Geology, Biology, Dorothea Bate, *Myotragus*

INTRODUCCIÓ

La Geologia està en desavantatge als currículums de ciències naturals de tot l'Estat Espanyol a l'Educació Secundària Obligatoria. Per a comprovar-ho basta pegar una ullada als documents oficials del BOE o als bolletins de les diferents comunitats autònomes.

D'altra banda, per agreujar el problema, no tots els centres educatius compleixen les programacions anuals de les diferents assignatures de l'ESO implicades amb les ciències naturals, essent la Geologia la més perjudicada de les ciències. De fet, Fornós (2018) posa en evidència la marginació, sigui estructural, sigui per desconeixement que pateix l'ensenyament de les Ciències de la Terra, i en concret la Geologia, dins de l'àmbit acadèmic i docent balear, que no dista gaire, per altra part, de l'àmbit estatal.

Tal volta, s'hauria d'analitzar la metodologia utilitzada per abordar-la en cursos anteriors, la formació del professorat en aquesta disciplina, la planificació del currículum oficial, etc. (veure Fornós 2018; López-Arenas 2018).

Segons Pascual (2017), qualsevol revisió de l'actual situació de la Geologia al batxillerat no pot ser sinó descoratjadora, dins d'un context general en què la consideració de la importància de dotar d'una cultura científica a tots els titulats en batxillerat no ha estat assumida per les vigents normes educatives.

En aquest article es proposa utilitzar l'extint bòvid endèmic de les Gimnèsies (Menorca, Mallorca, Cabrera i Dragonera), el *Myotragus balearicus*, per a introduir conceptes de Geologia i Biologia i fer veure als alumnes que no en poques ocasions aquestes ciències van agafades de la mà. Fa temps un equip interdisciplinari constituït a partir de diferents societats científiques espanyoles va seleccionar els coneixements bàsics en ciències de la Terra que hauria de posseir un estudiant al finalitzar l'educació obligatòria i no són pocs els apartats de les idees clau que aporten, on la geologia i biologia estan connectades (veure Pedrinaci *et al.*, 2013). La relació d'aquestes idees

clau amb la competència científica són analitzades en un altre treball (veure Pedrinaci 2013).

Paral·lelament, una altra qüestió important per a donar a conèixer aquest animal, és qui el va descobrir i quan. A principis del segle XX, on les dones no tenien cabuda dins la ciència, una jove Dorothea Bate, amb molta iniciativa, perseverança i contra corrent, va ser la primera dona que va treballar pel Museu d'Història Natural de Londres, encara que als inicis fos d'una forma no oficial. Na Dorothea dona a conèixer el *Myotragus* en un article aparegut el 1909 a la *Geological Magazine* (Bate 1909).

Varen haver de passar més de 50 anys després de la seva descripció perquè es realitzàs un simposi sobre aquest vertebrat, el juliol de 1965 a Deià (Mallorca), on les comunicacions presentades són publicades al Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears (Editors BSHNB 1966). De llavors ençà, el coneixement sobre aquest vertebrat s'ha incrementat extraordinàriament. Un fet a destacar és que hi ha una tesi sobre *Myotragus* (Bover 2004) i una altra sobre vertebrats post-messinians de Mallorca i Eivissa (Torres-Roig 2021).

Referent al coneixement que tenen els alumnes sobre el *Myotragus*, resulten molt interessants les dades aportades per López-Arenas (2018) a partir d'una enquesta realitzada a alumnes de Mallorca, emperò la majoria d'alumnes que hi ha participat són de l'IES Guillem Colom i Casanovas (Sóller), i el tenir el Museu de Ciències Naturals a la mateixa localitat, on hi ha un *Myotragus* exposat i es fan activitats relacionades amb ell, fa que les enquestes probablement surtin notablement inflades pel que fa al coneixement dels alumnes sobre aquest animal, i desgraciadament la realitat no sigui tan optimista. D'altra banda, el *Myotragus*, a les Illes Balears està present al llibre de text d'Història d'ESO i Batxillerat, en concret al parlar de prehistòria, així Galmés (2021) diu que a 8 dels 11 manuals analitzats apareix aquest mamífer endèmic extint. Aquesta autora explica que apareixen reconstruccions de la seva fisonomia, fotografies del seu esquelet i també la connexió entre el *Myotragus* i les comunitats humanes de les Balears encara que actualment està molt

qüestionada. És per això que Galmés (2021) considera que la seva imatge és una de les icòniques de la prehistòria balear.

Interessants també, són les aportacions de Salvà (2016) on comenta el percentatge de professorat d'Història que quan parla de la prehistòria segueix la teoria del primer poblament proposada per William Waldren en què es contemplaria la convivència dels humans amb el *Myotragus*, la del primer poblament en torn al III mil·lenni aC on se descarta la convivència dels humans amb el *Myotragus*, i per acabar un model de Guillem Rosselló Bordoy. El model més seguit pels professors d'Educació Secundària d'Història enquestats, segons Salvà (2016), és el primer. Paradoxalment, s'està ensenyant una teoria equivocada (com. oral Pere Bover).

Aquest treball no és un recull de tot el que s'ha estudiat o publicat d'aquest bòvid, ni de prop, senzillament es guió per a què el professorat faci ús en la seva docència d'aquest animal tan fascinant com extraordinari. No cal dir que la fauna acompanyant del *Myotragus* del Pliocè i del Quaternari no és per menys i això mereixeria capítols a part.

El curs 2022-2023 entra en vigor la nova llei d'educació, la LOMLOE, i sembla que a primer de batxillerat tant les hores de les assignatures de Biologia i Geologia com de Física i Química es redueixen en un 25%, la qual cosa és motiu de preocupació per part del professorat de ciències.

No cal dir el perquè s'ha triat aquest animal si llegim el següent apartat. Les seves singularitats són presents pràcticament a tot el seu cos i difícilment trobarem un exemple tan bo d'evolució d'una espècie en condicions d'insularitat, amb el recursos limitats i sense depredadors. I, a més a més, tan documentat.

I ja per a finalitzar aquesta introducció: per què aquest títol? I vaig pensar, i per què no? Imaginau-vos que algú li demanàs a na Dorothea: "i com has trobat aquests fòssils?", seria molt poc probable que contestàs aquesta frase, però és possible.

EL BÒVID ENDÈMIC DE LES GIMNÈSIES

El *Myotragus balearicus* va ser descrit per primer cop per la paleontòloga D. Bate, el 1909 (Bate, 1909). Es tracta d'un bòvid molt peculiar (Figura 1). És d'una mida més bé petita, amb cames curtes i robustes, panxarrut, de visió gairebé frontal, amb una única incisiva a cada mandíbula, que era de creixement continu (com en els rosegadors), amb la cavitat nasal molt reduïda, etc. (Alcover *et al.*, 2000).

Myotragus ha evolucionat uns 5.5 milions d'anys des de que va arribar fins que es va extingir recentment, a mitjans de l'Holocè, fa uns 4300 anys. *Myotragus* ha vist nombrosos canvis climàtics i ben segur que els recursos dels que disposava han variat al llarg del temps, així com l'extensió del territori de les illes, degut a les pujades i baixades del nivell de la mar relacionades amb les glaciacions i el períodes interglacials. També la falta de depredadors ha incidit en la seva evolució. Fins ara, s'han descrit sis espècies del gènere a l'illa de Mallorca (veure taula 1).

La troballa el 2012 d'un dipòsit amb fauna del Zanclià (fa uns 5,5 m. a) a l'illa de Mallorca proporciona dades sòlides que recolzen un dessecament molt accentuat de la Mediterrània durant la crisi de salinitat del Mediterrani perquè aquesta fauna arribàs a les Gimnèsies (Mas *et al.*, 2018). Entre aquesta fauna va arribar el primer



Figura 1. Model de *Myotragus balearicus* en vida. Societat d'Història Natural de les Balears.

precursor del llinatge del *Myotragus*.

Els principals canvis morfològics registrats durant aquest ampli període de temps han estat associats a la millora de l'eficiència energètica en unes condicions d'insularitat. Aquest canvis s'han produït al llarg del procés d'evolució de l'espècie, a l'aparell masticatori, al sistema locomotor, a la seva mida corporal, a la mida cervell i òrgans dels sentits i a aspectes sobre el cicle vital i la fisiologia (veure la bibliografia).

Les banyes tallades que presentaven alguns cranis, es varen interpretar com una manipulació humana fins que es va demostrar que no era així (veure Ramis i Bover, 2001).

Una altra qüestió controvertida és la relacionada amb la seva alimentació. Així Alcover *et al.*, (1999) diuen que podien consumir plantes amb grans continguts d'alcaloides, com el *Buxus balearica* (el boix), per l'elevada presència de pol·len d'aquesta planta als copròlits analitzats. Un article més divulgatiu i basat en l'anterior, de fàcil lectura per als alumnes de batxillerat, seria el presentat per Bartolomé *et al.*, (2011). Welker *et al.*, (2014) analitzen novament els copròlits i diuen que, al menys estacionalment depenia molt de *Buxus*. Recentment, Ferrer-Gallego *et al.*, (2020) estudien els metabòlits flavonoides i fenòlics presents a copròlits no mineralitzats de *Myotragus balearicus*. El treball conclou que a partir dels metabòlits fenòlics identificats per espectrometria de masses, el *Myotragus* no posseïa un metabolisme de flavonoides diferent dels mamífers actuals, malgrat els canvis dràstics patits en condicions d'insularitat que van implicar la seva història vital.

Referent al creixement ossi de l'animal era singular, tenia un creixement molt lent, més semblant al rèptils que als mamífers. El *Myotragus* no tenia depredadors a les Gimnèsies i es va haver d'adaptar a unes illes en què l'aliment per ells sembla que era un recurs limitat. Per adaptar-se, el seu organisme va desenvolupar el mateix ritme de creixement que els cocodrils, amb ritmes lents i períodes en els que s'aturen de créixer, per a arribar a la maduresa a una edat molt tardana (Köhler i Moyà-Solà 2009; 2011).

Lalueza-Fox *et al.*, (2000) relacionen el gènere *Myotragus* amb el gènere *Ovis*, però els estudis més recents apunten cap el gènere *Budorcas* com el parent vivent més proper de *Myotragus* (Bover *et al.*, 2019).

Fornós i Pons-Moyà (1982) varen ser els primers en citar petjades de *Myotragus* sobre dunes fòssils a Mallorca, la qual cosa ampliava els coneixements sobre l'espècie. Hores d'ara se sap que moltes d'eolianites del Pleistocè superior de les Gimnèsies en tenen.

El muntatge del primer esquelet va ser tot un repte, així Quetglas i Bover (1998) parlen dels museus on n'hi ha de muntats fins les hores i expliquen com en varen reconstruir un i les dificultats per fer-ho.

L'arribada dels humans a les Illes Balears en temps holocens i la seva ràpida extinció es dona en poc temps o això sembla amb les datacions efectuades per Bover *et al.*, (2016). Actualment s'estan estudiant les possibles causes d'aquesta extinció, les quals poden ser una conjunció de factors.

Gènere	Espècie	Edat	Localitat	Autors
<i>Myotragus</i>	<i>balearicus</i>	Pleistocè sup – Holocè	Cova de ca na Barxa	Bate 1909
	<i>batei</i>	Pleistocè mitjà	Pedrer de Gènova	Crusafont i Angel 1966
	<i>kopperi</i>	Pleistocè inferior	Pedrer de s'Ònix	Moyà-Solà i Pons-Moyà 1981
	<i>antiquus</i>	Pliocè superior	Cap Farrutx	Pons-Moyà 1977
	<i>pepgonellae</i>	Pliocè inferior final	Cala Morlanda	Moyà-Solà i Pons-Moyà 1982
	<i>palomboi</i>	Pliocè inferior	Caló den Rafalino	Bover <i>et al.</i> , 2010

Taula 1. Diferents espècies del gènere *Myotragus*, de Mallorca, edat, localitat tipus i autors que els varen descriure.

LA NATURALISTA DOROTHEA MINOLA ALICE BATE

Pot ser que als inicis de la seva carrera científica, no se tingués molt en compte per la seva condició de dona, però la seva perseverança, constància i bona feina es va traduir en un respecte guanyat a pols i així es pot constatar a partir de l'obituari al *Nature*, escrit per Wilfred Edwards, conservador de geologia del *Natural History Museum*, de 1938 a 1955, i que diu: "La senyoreta Dorothea M. A. Bate, que va morir després d'una breu malaltia el 13 de gener a l'edat de setanta dos anys, va ser durant més de cinquanta anys una de les més destacades personalitats del *British Museum (Natural History)*. Quan només tenia disset anys, i sense cap títol, però amb interès, va començar a treballar a la sala d'ornitologia com a treballadora voluntària; però els seus interessos eren principalment la paleontologia relacionada amb la fauna recent, més que la pròpia fauna recent. Encara que ella va escriure articles d'ocells de les zones on va treballar, el seu principal interès eren els mamífers i les aus del Pleistocè de la regió mediterrània i darrerament d'Àfrica.

Durant el 1901-1902, Miss Bate va explorar les coves de Xipre i va fer alguns descobriments notables, com ara les restes d'elefants nans, i aviat es van estendre el seu interès pels jaciments de les coves de Creta, de les Balears (on va descobrir un antílop únic, el *Myotragus*), de Malta i de Sardenya, treballant seriosament, meticulosament, i sempre de forma autònoma. On va treballar millor va ser a Palestina, a expenses de la invitació de la Dra. Dorothy Garrod, on va passar diverses temporades a les regions del Mont Carmel i Betlem, i el seu entusiasme no ser minvat pels disturbis i freqüent estat de perill de la zona. El seu article sobre les faunes excavades a les coves de *Wadi el-Mughara* (1937) va ser un exemple clàssic de interpretació paleo-ecològica, i va continuar aquesta línia d'investigació amb altres faunes palestines. Darrerament havia dirigit la seva atenció a les faunes africanes, en particular del Sudan, i poc abans de la seva mort va completar un treball crític sobre els búfals africans. Tot i que sempre va preferir estudiar exemplars excavats per ella

mateixa, va ser freqüentment consultada per arqueòlegs de molts països sobre restes fragmentàries d'animals; la seva llarga experiència i els acurats mètodes d'estudi la van permetre extreure informació significativa de molt de material poc prometedor, la qual cosa fa que trobarem a faltar tant el seu coneixement com la seva generositat i la seva personalitat indomable." (E. I. W., 1951).

De l'escrit anterior, a mitjans del segle XX, a una de les revistes més prestigioses del món, ja es veu clarament que s'havia consagrat com a dona científica. El fet de treballar amb la primera dona que va ser professora de la *Cambridge University*, la Dra. Garrod (Smith 2000), acredita la seva vàlua. Ara bé, en temps recents qui la dona a conèixer àmpliament es Shindler (2005) al seu llibre dedicat a la vida i obra de la científica, i que va tardar 9 anys en escriure. La mateixa autora, dos anys més tard escriu un capítol sobre Dorothea a un llibre sobre el paper de les dones científiques en la història de la geologia (Shindler, 2007).

A Mallorca, el 16 de desembre de 2018, per iniciativa de la Direcció Insular d'Igualtat del Consell de Mallorca i l'Ajuntament de Capdepera, es va inaugurar una escultura, un bust de Dorothea a Capdepera, escultura feta per Laura Hedrosa, en homenatge a la paleontòloga que va trobar el *Myotragus balearicus* a una cova del municipi. Dos mesos abans, per octubre es va presentar a Palma el còmic "Dorothea Bate. La caçadora de fòssils que va descobrir el *Myotragus balearicus*" de la col·lecció Mallorca té nom de dona, per la il·lustradora i autora, Elisa Martínez, en el Festival Còmic Nostrum (Capó, 2018).

Un any més tard surten publicats en català els dos capítols de l'obra de Shindler (2005) que tracten de les Illes Balears, patrocinat al igual que el còmic anterior pel Consell de Mallorca (Shindler, 2019). Aquest mateix any, veu la llum un llibre referit a Capdepera i la paleontòloga (Terrasa, 2019).

Gairebé paral·lelament es va fer un film excepcional titulat "Dorothea i el *Myotragus*", dirigit per Núria Abad i Marta Hierro que incorpora l'animació i les il·lustracions d'Elisa Martínez per

recrear el que va viure Dorothea Bate a les Balears, i es va estrenar a CineCiutat de Palma el dia 1 de setembre de 2020. Un poc més tard es va estrenar a IB3.

No voldria acabar aquest apartat sense comentar que quan llegeix o escolta la frase igual o semblant a “una figura femenina quasi oblidada o ignorada fins ara, com és Dorothea Bate”, repetida en varies ocasions a pròlegs de llibres o en medis de comunicació, trobo que no és una frase del tot encertada, això sí, és molt comercial i actual; tal volta sí ha estat oblidada als llibres que fan una relació de dones científiques, ja que afavoreixen les dones científiques relacionades amb les matemàtiques, física, química, bioquímica, biologia, informàtica i enginyeries en vers de la geologia i paleontologia, però a partir del 2005 que es presenta una biografia seva per Shindler (2005), trobo que no és adient dir que està a l'oblit. De fet si filam més prim, dir que apareix al diccionari *International Women in Science: A Biographical Dictionary to 1950*, publicat el 2001 (Haines C.M.C i Stevens, H.M. 2001) i més tard a *The Role of Women in the History of Geology* (C. V. Burek i B. Higgs, 2007) on Shindler fa un capítol (Shindler 2007).

A les Illes Balears, els naturalistes i científics illencs, no la feren de costat i mai la varen oblidar, així si anam a Darder (1945), Colom (1957), Muntaner (1966), Cuerda (1975), Alcover *et al.*, (1981), Alcover *et al.*, (2000), etc. podem veure que sempre la recorden. El paleontòleg català Miquel Crusafont i Basilio Angel li reten un homenatge nomenant la segona espècie trobada del gènere, el *Myotragus batei* de la pedrera de Gènova (Palma) (Crusafont i Angel, 1966).

MATERIAL BIBLIOGRÀFIC, RECURSOS I REFLEXIONS PER ALS DOCENTS

Des de que es va escriure l'interessant llibre “Les quimeres de passat” per Josep Antoni Alcover, Salvador Moyà-Solà i Joan Pons-Moyà (Alcover *et al.*, 1981), tot un clàssic, han passat 4 decennis i són molt els avanços que s'han produït. Sondaar *et al.*, (1995) feien un repàs de la importància dels jaciments d'origen càrstic per a la preservació de

vertebrats continentals. Anys més tard, Bover (2005) comenta els darrers jaciments que fins les hores havien aportat novetats importants. Torres-Roig (2021) fa el mateix actualment.

Un llibre imprescindible per als docents és “Les Balears abans dels humans”, coordinat per Josep Antoni Alcover, Margalida Llabrés i Lluís Moragues, fruit d'una exposició que es va fer a les illes majors de les Balears, on hi ha fotografies i dibuixos excel·lents, així com unes explicacions molt clarificadores. Aquesta monografia núm. 20 de la Societat d'Història Natural de les Balears es pot descarregar de la biblioteca digital de la UIB.

Una obra molt actualitzada i que s'ha de consultar obligatòriament si volem estar al dia, és la tesi de Torres-Roig (2020). Aquesta tracta de l'estudi de vertebrats fòssils post-messinians de les Illes Balears fins ara desconeguts, la qual cosa ha permès avaluar l'origen paleobiogeogràfic de les faunes post-messinianes, les condicions que poden haver influït en el procés de colonització i la possible existència de tàxons relictos pre-messinians, i analitzar el procés d'extinció dels llinatges faunístics post-messinians. La investigació s'ha centrat principalment en el registre fòssil de vertebrats d'un jaciment del Pliocè basal a Mallorca i d'un jaciment del Pleistocè-Holocè a Eivissa. La tesi es pot descarregar de Tesis Doctorals en Xarxa.

Per donar a conèixer Dorothea Bate hi ha un fantàstic còmic de Martínez (2018), que és del tot recomanable com a lectura per a alumnes tant d'ESO com de Batxillerat. També hi ha alguns vídeos a la xarxa que parlen d'aquesta paleontòloga o del *Myotragus* (veure webgrafia). L'inconvenient és que en alguns d'ells es diu algun o alguns disbarats de consideració, però per aquest motiu se li pot treure el suc. El professor ha de mirar amb lupa tot el que es diu als vídeos per poder explicar als alumnes els errors o imprecisions que hi ha, així com els encerts.

El documental “Dorothea i el *Myotragus*”, seria del tot adient per als alumnes, però hores d'ara no es troba en obert, d'altra banda sí que es pot veure un tràiler. A la xarxa es poden trobar unes quantes informacions en format de vídeo curt d'aquest

animal extint i s'han seleccionat unes poques (veure webgrafia). També hi ha un àudio del tot interessant, de la BBC, amb l'idioma nadiu de na Dorothea (veure webgrafia).

Si un vol aprofundir més, pot anar al llibre de Shindler (2005), *Discovering Dorothea...*, on hi ha una biografia extensa, o si un vol només el relacionat amb les Balears pot anar a Shindler (2019), que són dos capítols de l'anterior llibre traduït al català, o a un llibre escrit per Terrasa (2019) relacionat amb Capdepera.

Interessant és un llibre que podem utilitzar els docents, per a Primària o primer cicle de Secundària, titulat "El darrer *Myotragus*", de lectura fàcil ja que és un conte (Garcies 2021).

Per a finalitzar, comentar que és recomanable evitar pàgines web de dubtosa procedència on hi ha errors importants al respecte, per la qual cosa recomano la bibliografia citada en aquest article, que encara que no és completa, si que pot ser de molta utilitat als docents.

COM I QUAN ES POT INCORPORAR EL MYOTRAGUS A L'AULA

Comentaris referits a cursos anteriors al 2022-2023

Per anar ja a l'aspecte educatiu, són moltes les possibilitats que ofereix el *Myotragus* des d'una visió d'un docent. Es pot utilitzar a molts de nivells, de primària (Figura 2) fins a nivells universitaris.

A 1r de batxillerat, als cursos anteriors al 2022-2023, la utilització que he fet ha estat per a introduir la geologia i fer veure que també es poden explicar conceptes relacionats amb la biologia a la vegada. D'entre els conceptes que podem introduir amb el *Myotragus*, podem mencionar: espècie, nomenclatura binomial, adaptació al medi, dentició, esquelet, creixement ossi, osteofàgia, copròlit, dieta, alcaloides, boix, depredador-presa, evolució, seqüenciació d'ADN, eustàsia, tancament de l'estret de Gibraltar, assecament del Mediterrani, colonització, conca sedimentària, coves i avencs, sediments, sedimentació, diagènesi, roques sedimentàries, estrat, principis d'estratigrafia, procés de fossilització, fòssil, fòssil guia, dipòsits d'origen càrstic, protecció del patrimoni geològic i

paleontològic, icnites, eolianites, datació relativa, datació absoluta, tafonomia, excavació paleontològica, tall geològic, columna estratigràfica, història geològica, extinció, Miocè, Pliocè, Pleistocè, glaciacions, patrimoni geològic, patrimoni paleontològic, patrimoni biològic (=biodiversitat), etc.

Paral·lelament, la història personal de Dorothea Bate, no deixa indiferent a ningú i és un excel·lent exemple de científica amb una passió extraordinària pel que feia i que pot servir de model per a qualsevol alumne, sense distinció de gènere. I de fet és una candidata indiscutible per tal que la seva vida i passió sigui plasmada a un cartell, tant per alumnes d'ESO com de batxillerat, i que es pugui exposar el Dia Internacional de la Dona i la Nina a la Ciència, amb altres dones il·lustres en la ciència (Figura 3).

A l'Annex I hi ha unes qüestions a modus d'exemple (utilitzades a 1r de batxillerat), però n'hi podria haver moltes més. Les respostes d'algunes qüestions requereixen un poc d'investigació a partir d'articles publicats a reconegudes revistes. A alguna d'elles només es pot accedir al resum si no estàs subscrit, però la informació és suficient. No sempre s'han utilitzat les mateixes qüestions o activitats, o la totalitat d'elles, i això depèn del perfil dels alumnes. No es dona les respostes a les qüestions plantejades a l'Annex I per evitar el plagi directe per part dels alumnes en el cas que es vulguin utilitzar. A la qüestió 11 s'ha de mirar la



Figura 2. Pòster realitzat per Imane, Raisa, Laura i Juanmi, alumnes de 6è de Primària, del CEIP de la Soledat, el curs 2017-2018. Extret de: <http://laserraalbarri.blogspot.com/>



Figura 3. Part dels pòsters realitzats pels alumnes de l'IES Joan Maria Thomàs per a la commemoració del Dia internacional de la Dona i la Ciència, el curs 2021-2022.

figura 4 del present article.

Curs 2022-2023

Es va utilitzar el *Myotragus* a l'assignatura de Biologia i Geologia de 1r d'ESO, 4t d'ESO i a l'assignatura de Biologia, Geologia i Ciències del Medi Ambient de 1r de batxillerat al primer trimestre. A tots els grups que varen participar se'ls va donar els PDF de *Les Balears abans dels humans* i el còmic de Dorothea Bate, com a documents de referència. No se va entrar en detalls amb les qüestions evolutives de l'animal, i que sí s'utilitzaran a un trimestre posterior a 4t d'ESO quan es tracti el bloc de genètica i evolució.

1r d'ESO

Aquest curs 2022-2023 el departament va decidir començar pel regne animal, per la qual cosa no hi va haver cap problema per a introduir aquest mamífer després de cinc setmanes d'haver començat el curs dintre de la situació d'aprenentatge iniciada (titulada "Qui és qui").

En primer lloc es va exposar breument a classe que és el *Myotragus*. Es va dir que era un mamífer, on vivia, que actualment era un animal extint, algunes de les seves peculiaritats, etc. També es va explicar què es la nomenclatura binomial i com s'havia d'escriure el gènere i espècie. Tot seguit es va dir que fariem un treball sobre aquest animal i es va fer una consulta als alumnes, demanant quins tipus de treball volien fer. Es va fer una votació a mà alçada, però abans es va explicar, discutir i debatre cada opció (veure Annex II). L'alumnat va fer una proposta que no sortia a la

inicial, així varen proposar l'opció de fer a la vegada una presentació i pòster en equip i que ells poguessin escollir a quin equip participar. Aquesta proposta va ser la guanyadora per unanimitat.

Com a professor vaig dir que l'equip havia d'estar constituït entre 2 i 4 alumnes; que tenien 6 classes per a preparar la presentació i el pòster i 2 classes per a exposar. Els membres del grup s'havien de repartir l'exposició davant la classe i tenien entre 5 i 10 minuts.

4t d'ESO

A classe havien explicat la classificació de les roques, la formació de roques sedimentàries, el cicle de les roques i els diferents modelats del relleu. També verem un documental sobre una cova mallorquina on hi ha un important jaciment d'origen càrstic on s'havia trobat *Myotragus* (RTVE, 2017).

Tot seguit es va proposar als alumnes que preparassin una presentació sobre el *Myotragus*. Tenien 3 classes per a preparar la presentació, en grup (entre 2 i 4 alumnes per grup) i l'exposició havia de ser d'uns 10 minuts i amb la participació de tots els membres del grup. A la presentació es podia presentar breument l'animal i el més important és si se podia trobar alguna relació amb

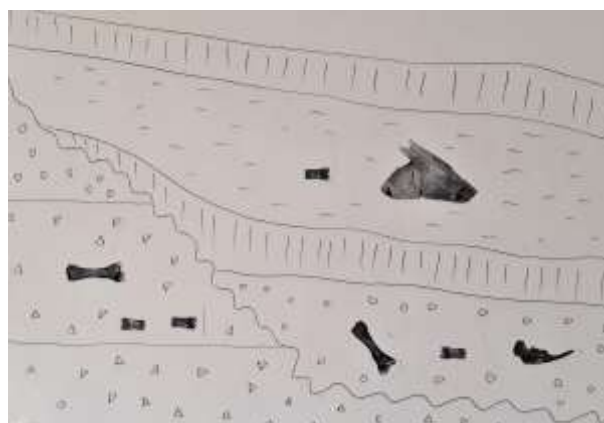


Figura 4. Tall geològic fictici d'una cova de Mallorca, empleat el curs 2020-2021 amb alumnes de 1r de batxillerat de Biologia i Geologia. Dibuix realitzat amb bolígraf i retalls aferrats de fotos d'ossos de *Myotragus*, seguint les tècniques gràfiques dels anys 90. Es va posar una fotocòpia per a què els alumnes poguessin fer anotacions i utilitzar llapis de colors. És necessari llegir la pregunta 11 de l'Annex I, on hi ha informació important del tall.

el modelat fluvial, eòlic i càrstic.

Jo vaig explicar poques coses sobre l'animal, a pesar d'haver passat el dos documents anteriorment citats, i vaig dirigir poc als grups de treball ja que volia que fossin els alumnes que cercassin i seleccionassin la informació per a la seva presentació.

1r de batxillerat

Es va començar amb la situació d'aprenentatge relacionada amb una introducció a la història de la vida, els fòssils, les roques sedimentàries i la classificació dels éssers vius.

El primer dia de classe els alumnes feren un resum del còmic de Dorothea Bate. A classes posteriors es varen comentar característiques del *Myotragus*. Es va utilitzar dues espècies del gènere com exemple a un dipòsit sedimentari a l'interior d'una cova fictícia i a partir d'un tall es varen explicar dos principis d'estratigrafia, el principi de la superposició dels estrats i el principi de l'horitzontalitat original (Figura 5), per a posteriori introduir la resta a partir d'un document (veure Earthlearningidea team, 2022). Ja des de l'inici de curs es va donar molta de importància a la interpretació de talls geològics i saber descriure la història geològica de cadascun d'ells per la qual cosa se varen començar a fer des de principi de curs. Per a repassar va ser de molta utilitat els talls proposats per Acosta (2005). Al igual que a 4t d'ESO es va veure el documental de la cova des Pas de Vallgonera.

A partir dels coneixements adquirits, els alumnes realitzaren un petit treball a partir d'unes qüestions (veure Annex III). Les qüestions no

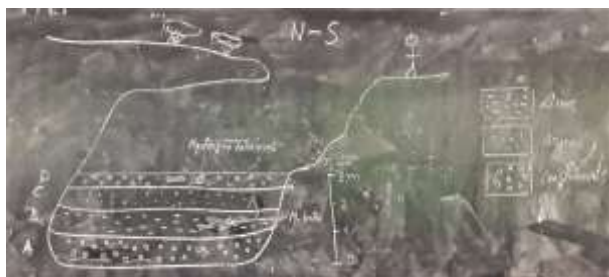


Figura 5. Tall fet a la pissarra a 1r de batxillerat per explicar principis d'estratigrafia. A la seqüència hi ha el *Myotragus batei* i el *M. balearicus*. Curs 2022-2023, IES Joan Alcover.

estaven posades a l'atzar, s'havia analitzat el document donat per la Conselleria d'Educació de Govern de les Illes Balears, sobre el currículum LOMLOE. Algunes qüestions es posaven al treball per poder assumir amb sensatesa el màxim de sabers del currículum (=continguts), a falta de temps òptim a classe ja s'ha reduït un 25% les hores de l'assignatura respecte a l'anterior LOMCE i a més s'ha afegit un bloc de nous sabers, el de d'ecologia i sostenibilitat.

RESULTATS

Comentaris referits a cursos anteriors al 2022-2023

Ja anant als alumnes de 1r de batxillerat (els cursos anteriors a la LOMLOE), una qüestió curiosa és que alguns no entenien del tot el perquè fer activitats paral·leles sobre el *Myotragus* i completament adients respecte del temari oficial, encara que se'ls diguéssim que és per introduir, incentivar curiositat i millorar el coneixement dels conceptes a partir de la paleontologia, amb la finalitat d'entendre millor les ciències de la terra i les ciències de la vida. També, en alguna ocasió, la utilització d'activitats diferents a les del llibre de text i/o una seqüenciació de continguts diferent a la tradicional de la majoria de llibres, s'ha utilitzat paradoxalment per part d'algun alumne per a fer creure al pare/mare i també a algun tutor/a, que no es segueix la programació, que se perd el temps, etc. D'altra banda, la percepció meua era molt diferent, utilitzant la paleontologia, es milloraven els resultats a l'hora de realitzar exàmens relacionats amb la geodinàmica externa, i de fet el nombre d'aprovats s'incrementava.

Referent a 1r d'ESO (els cursos anteriors a la LOMLOE), els alumnes escoltaven molt a classe les meves explicacions sobre l'animal i l'interès era notori, tot i que era una ampliació de quan parlàvem d'animals vertebrats i en concret dels mamífers (Figura 6). A 3r d'ESO, no explicava res de l'animal, per no estar relacionat amb el currículum de 3r d'ESO de les Illes Balears, tot i que vaig recordar el curs 2021-2022 que na Dorothea Bate era una candidata per a realitzar un pòster pel dia Dia internacional de la Dona i la Nina



Figura 6. En Joan (esquerra) i en Llorenç (dreta), alumnes de 1r d'ESO del PEI, el curs 2017-2018 a l'IES Joan Maria Thomàs, presentant un pòster del *Myotragus* als companys de classe (foto feta el 08-05-2018).

PEI és un programa d'estudis integrats entre l'IES Joan Maria Thomàs (Palma) i el Conservatori Professional de Música i Dansa de Mallorca (Palma). Permet cursar ESO o qualsevol modalitat de batxillerat alhora que els ensenyaments professionals del Conservatori (<https://sites.google.com/iesjmathomas.eu/iesjoanmariathomasweb/inici>).

a la Ciència, malauradament no vaig tenir èxit al curs on impartia l'assignatura.

Curs 2022-2023

1r d'ESO

Cada grup va ser autònom per a fer la tasca i se'ls va dirigir poc. Es varen constituir 9 grups de treball, a partir de 25 alumnes. Varen preparar la presentació i el pòster durant 8 classes i per a l'exposició davant els seus companys es varen utilitzar 2 classes i mitja.

Els pòsters varen ser molt diversos i amb la majoria d'apartats ben presentats i sense errors (Figures 7 i 8). Només el nom científic estava mal posat al títol en la majoria dels casos (per exemple, tot en majúscules), però al text de la presentació i al pòster era correcte.

Varen utilitzar els documents que inicialment tenien (el còmic de na Dorothea i la monografia

núm 8 de la SHNB) i tal volta per aquest motiu les incorreccions conceptuals varen ser mínimes.

Va ser un èxit en quant a participació dels alumnes i tots varen dir que estaven satisfets amb el resultat del seu grup.

4t d'ESO

Es varen constituir un total de 13 grups de treball (d'entre un total de 47 alumnes) i els resultats obtinguts són molt interessants. S'han produït moltes d'errades a les presentacions. Sense entrar en detall en totes elles, es comenten les més freqüents.

En primer lloc, a la majoria d'elles, el nom de l'espècie presenta incorreccions i no segueix les normes de la nomenclatura binomial; a les característiques del *Myotragus*, en moltes no hi ha l'alçada correcta, ja que l'alçada no és el mateix



Figura 7. Na Irene treballant al pòster i n'Adrián, a la presentació del *Myotragus balearicus*. IES Joan Alcover, 1r d'ESO, curs 2022-2023.



Figura 8. Pòster realitzat per n'Esther C. C. i per na Laura G. L. IES Joan Alcover, 1r d'ESO, curs 2022-2023.

que l'alçada a la creu; respecte a la seva extinció, malgrat molts de grups ho han fet correcte, algun grup ha donat un valor molt important a la caça. També és curiós que molts de grups no han parlat de la seva dentició, molt peculiar i característica del gènere, on l'espècie terminal, el *M. balearicus*, tenia una única incisiva a cada mandíbula, i que era de creixement continu com els rosegadors.

La gran majoria dels grups informaren correctament on vivia el mamífer, a les Gimnèsies. Només un grup va dir malament on vivia el mamífer, dient que també vivia a Eivissa i Formentera.

Un del disbarats més grossos, per part d'un grup, va ser dir que a les Balears hi havia un depredador paregut a un linx, que s'alimentava de *Myotragus*.

En quant a Dorothea Bate, la majoria dels grups en parlen, i ho fan bé, sense errades.

Referent al modelat fluvial i la relació amb el bòvid, 3 grups proposen alguna hipòtesi encara que sigui manca sòlida i amb pocs arguments. Amb el modelat eòlic, 7 grups comenten que a les eolianites són freqüents les icnites de l'animal; alguns grups també comenten que s'han trobat ossos de l'animal a alguna eolianita. I amb el que respecte al modelat càrstic, 9 grups comenten que la majoria de jaciments paleontològics amb presència de fòssils de l'espècie es troben dins cavitats, encara que no parlen explícitament de

jaciments paleontològics d'origen càrstic. Alguns grups parlaren del modelat litoral (en concret 6 grups) en quant a la presència d'eolianites adossades a antics paleo-penyassegats, on hi ha icnites, però la majoria de rampellada i amb poca precisió.

La resposta a per què tantes errades, ho veig clar, ja que a la xarxa hi ha moltes de informacions incorrectes, sobretot a pàgines web d'usuaris que no són experts en el tema. Els alumnes encara no tenen el suficient bagatge digital per destriar les pàgines que donen una informació errònia de les que donen bona informació. Tampoc no estan acostumats a valorar i comparar diferents articles, fet agreujat (a la majoria de grups) per no haver utilitzat els dos documents que les hi vaig passar i que eren una font fiable.

1r de batxillerat

Es disposa de les respostes de 19 alumnes (a partir del qüestionari de l'Annex III). La resposta a la pregunta què és datació absoluta i datació relativa és correcta en tots els alumnes, no així l'exemple que s'havia de posar en cada tipus de datació utilitzant el *Myotragus*. Han respost correctament 5 alumnes amb un exemple de datació absoluta i 8 amb un de datació relativa, dels quals, només 2 alumnes (el 10,5%) han contestat correctament les dues.

Referent a la pregunta sobre els principals esdeveniments geològics que hi ha hagut des de l'arribada del *Myotragus* a les Gimnèsies fins a la seva desaparició, 8 alumnes (el 42,1%) han parlat del tancament de la Mediterrània a l'estret de Gibraltar, l'assecament de la Mediterrània amb l'episodi de connexió de les illes amb la península ibèrica i la posterior obertura de l'estret amb l'aïllament de les Illes Balears pel reompliment de la Mediterrània. Cap dels alumnes fa menció a les glaciacions dels Quaternari i la relació directa que té en l'evolució de la línia de costa de les illes, i especialment la connexió entre Menorca i Mallorca i el que implica per al *Myotragus*.

Tots els alumnes veuen clarament que el *Myotragus* és un exemple molt bo quan es parla de l'evolució de les espècies, per les adaptacions morfològiques i fisiològiques rere l'evolució de 5,5

milions d'anys en un medi insular, sense depredadors i amb recursos limitats. Cap dels alumnes ha consultat la pàgina de l'Institut Català de Paleontologia, on hi ha uns interessants comentaris al respecte (veure Notícies ICP)

Sí què són conscients que preservar el patrimoni geològic i paleontològic és conservar i posar en valor la història de la vida i de la Terra.

Sobre la realització d'una breu biografia de na Dorothea Bate, tothom ho va fer correctament. Tots els alumnes opinen que una científica en l'actualitat té moltes d'oportunitats, res a veure amb el que va tenir Dorothea, però encara queda molta de feina a fer.

Tot hi haver alguns resultats no satisfactoris a les qüestions, després d'aclarir dubtes i revisar alguns conceptes i procediments per a millorar els coneixements, realitzarem un examen escrit i el resultat va ser molt satisfactori.

CONCLUSIONS

El fet que la informació de Dorothea Bate es trobi a pàgines fiables fa que els alumnes no cometin errors, a l'hora de realitzar una breu biografia de la científica. D'altra banda la informació sobre el *Myotragus*, a moltes de pàgines web, fetes per persones interessades per l'animal però no expertes, fa que a la xarxa les informacions errònies siguin nombroses, i aquest fet produeix que els alumnes cometin molts d'errors a l'hora de fer un treball sobre aquest bòvid. És necessari dirigir molt i fer un seguiment molt exhaustiu als alumnes perquè no cometin nombroses incorreccions.

Els alumnes de 1r d'ESO són els que han aportat diferents informacions sobre l'animal de forma correcta i amb poques errades ja que han seguit majoritàriament dues fonts fiables aportades pel professor. No així alumnes de cursos superiors (en concret 4t d'ESO) que han optat per cercar per la xarxa, envers de seguir els documents fiables de què disposaven.

S'ha d'insistir molt sobre la nomenclatura binomial i com es denomina una espècie i sobre tot a ESO.

A 1r de batxillerat el *Myotragus* s'ha utilitzat per a introduir els principis d'estratigrafia i els esdeveniments globals dels darrers 5,5 milions d'anys a la Mediterrània occidental, entre d'altres, i encara que els resultats en algunes qüestions no sigui del tot satisfactori, sí que els resultats posteriors a un examen escrit sobre geodinàmica externa ho són. Tot i que no se pot establir una relació causal entre una cosa i l'altra, sí que la meua percepció és positiva.

AGRAÏMENTS

A l'amic Dr. Pere Bover (Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Grupo Aragosaurus. Universidad de Zaragoza) i a la Dra Cristina Valls Bautista, del Departament de Bioquímica i Biotecnologia de la Universitat Rovira i Virgili i que forma part del grup de recerca *Applied Research Group in Education and Technology*, per la lectura crítica del manuscrit original i els comentaris suggerits per a millorar-lo.

Al Dr. Guillem X. Pons del departament de Geografia de la Universitat de les Illes Balears per resoldre'm algun dubte.

Als alumnes de l'IES Josep Maria Thomàs, especialment als alumnes de Biologia i Geologia de 1r de batxillerat dels cursos anteriors al 2022-2023.

Als alumnes de l'IES Joan Alcover que han participat el curs 2022-2023 en aquesta experiència educativa, especialment als alumnes de Biologia i Geologia de 1r d'ESO C i 4t d'ESO A i B i als de Biologia, Geologia i Ciències del Medi Ambient de 1r de batxillerat. A la professora d'audició i llenguatge Aina Moratinos, pel suport i ajuda donada a 1r d'ESO C, així com a la companya de departament, Marta Franco. Agraïment que faig extensiu als antics companys de l'IES Joan Maria Thomàs.

Als alumnes Joan Rotger Carro, Llorenç Duran Pou, Irene Pérez Oliver, Adrián Homar Sánchez i a les seves famílies per deixar reproduir una fotografia seva amb un pòster del *Myotragus*.

Als alumnes del Màster Universitari de Formació del Professorat de la Universitat de les Illes Balears, de la Universidad de Nebrija i de la

Universidad Internacional de la Rioja, per donar un aire fresc i innovador aquests darrers anys.

A tot l'equip de Ciències, per la seva disponibilitat, cordialitat i guiatge per a la millora de l'article.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, P. 2005. Cortes geológicas. Pàgina consultada el 15-10-2022. IES la Madraza. Granada.
<https://ieslamadraza.com/webpablo/web4eso/2procesosinternos/Cortes%20geologicos/CortesGeologicos.html>
- Alcover, J. A., Llabrés, M. i Moragues, L.I. (coordinadors) (2000): *Les Balears abans dels humans*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 8: 78 pp. Palma: Edit., Sa Nostra-SHNB.
https://ibdigital.uib.es/greenstone/sites/localsite/collect/monografiesHistoriaNatural/index/assoc/MonografiesSHNB/_2000vol0/08.dir/MonografiesSHNB_2000vol008.pdf
- Alcover, J.A., Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Pliocè de les Illes Balears*. Monografies Científiques, 1: 1-260.
- Alcover, J.A., Pérez-Obiol, R., Yll, E.I. i Bover, P. (1999): The diet of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae), an extinct bovid from the Balearic Islands: evidence from coprolites. *Biological Journal of the Linnean Society*, 66: 57-74
- Bate, D.M.A. (1909). Preliminary note on a new artiodactyle from Mallorca *Myotragus balearicus*, gen. et sp. nov. *Geological Magazine*, 5: 385-389.
- Bover, P. (2004). *Noves aportacions al coneixement del gènere Myotragus Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de les Illes Balears*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma. 469 pp.
- Bover, P. i Alcover, J.A. (2005). Catàleg de jaciments amb *Myotragus* a les Illes Balears. Dins Alcover, J.A. i Bover, P. (eds.) *Proceedings of the International Symposium Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 12: 51-58.
- Bover, P., Quintana, J. i Alcover, J.A. (2010). A new species of *Myotragus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae) from the Early Pliocene of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Geological Magazine*, 147: 871-885.
- Bover, P., Valenzuela, A., Torres, E., Cooper, A., Pons, J. i Alcover, J. A. 2016. Closing the gap: New data on the last documented *Myotragus* and the first human evidence on Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean Sea). *The Holocene*. 26(11): 1-5.
- Bover, P., Llamas, B., Mitchell, K. J., Thomson, V.A., Alcover, J.A., Lalueza-Fox, C., Cooper, A. i Pons, J. 2019. Unraveling the phylogenetic relationships of the extinct bovid *Myotragus balearicus* Bate 1909 from the Balearic Islands. *Quaternary Science Reviews*, 215: 185-195.
- Colom, G. 1957. *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y su fauna*. Estudio General Luliano de Mallorca. Serie científica 1: 1-568.
- Crusafont, M. i Ángel, B. (1966). Un *Myotragus* (Mammifère Ruminant) dans le Villafranchien de l'île de Majorque: *Myotragus batei*, nov. sp. *Comptes Rendues de l'Academie de Sciences Paris*, 262: 2012-2014.
- Cuerda, J. (1975). *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Institut d'Estudis Balearics. Palma. 304 pp.
- Editors BSHNB. 1966. Symposium de Deya (Mallorca) sobre *Myotragus balearicus* Bate. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 5-6.
- Darder, B. 1946. *Història de la coneixença geològica de l'illa de Mallorca*. Editorial Moll. 185 pp.
- Earthlearningidea team. 2022. Establint els principis. Seqüenciant els esdeveniments que formen les roques aplicant els principis de l'estratigrafia. (versió en català). Consultat l'11 d'octubre de 2022.
- E. I. W. (1951). Miss D. M. A. Bate (Obituary). *Nature*, 167: 301-302.
- Ferrer-Gallego, R., García-Estévez, I., Dueñas, M., Ramis, D. i Rosselló, J.A. (2020). Phenolic metabolites from 5,000-year-old coprolites of *Myotragus balearicus*, an extinct insular bovid. *Quaternary International*, 20: 143-149.
- Fornós, J.J. (2018). La enseñanza de la geología en la educación secundaria: una cuestión problemática. Algunas observaciones en Baleares. Dins Duque-Macías i Bernal, A. P. (eds.) *XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Libro de Actas*. Reserva de Biosfera de Menorca del 9 al 14 de julio de 2018. 83-94.
- Fornós, J. i Pons-Moyà, J. 1982. Icnitas de *Myotragus balearicus* del yacimiento de Ses Piquetes de Santanyi (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 135-144.

- Galmés, M. A. 2021. *Actualitzant el passat. Anàlisi de llibres de text i proposta didàctica sobre la prehistòria de les illes Balears*. Memòria del Treball de Fi de Màster. Màster Universitari de Formació del Professorat. UIB. 150 pp.
- Garcies, A. 2021. *El darrer Myotragus*. Ínsula literaria. 32 pp.
- Gil, D. 1991. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (I): 69-77.
- Köhler, M. i Moyà-Solà, S., 2009. Physiological and life history strategies of a fossil large mammal in a resource-limited environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (48): 20354-20358.
- Köhler, M. i Moyà-Solà, S. 2011. *Myotragus: la economia energètica en la evolució*. Fundació conjunt Paleontològic de Teruel. Fundamental, 19: 1-48.
- López-Arenas, A. (2018). *La Serra de Tramuntana com a marc didàctic per apropar la Geologia als alumnes de secundària*. Memòria del Treball de Fi de Màster. Màster Universitari de Formació del Professorat. UIB. 141 pp.
- Martínez, E. (2018). *Dorothea Bate. La caçadora de fòssils que va descobrir el Myotragus Balearicus*. Consell Insular de Mallorca. 24 pp.
- Morey, B. 2022. *Història de la vida a Mallorca Apunts de geologia i paleontologia*. Edicions Documenta Balear, 239 pp.
- Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. (1981). *Myotragus kopperi*, une nouvelle espece de Mytragus Bate, 1909 (Mammalia, Artiodactyla, Rupicaprini). *Proc. Konin. Neder. Akad. Wetens.*, 84(1):57-69.
- Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. (1982). *Myotragus peponellae* nov. sp. un primitivo representante del género *Myotragus* Bate, 1909 (Bovidae, Mammalia) en la isla de Mallorca (Balears). *Acta Geologica Hispanica*, 12: 77- 87.
- Muntaner, A. 1966. Distribució en Balears de *Myotragus balearicus* Bate. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 25-28.
- Notícies ICP. <https://www.icp.cat/index.php/es/sala-de-prensa/noticias-icp/item/2152-la-cabra-myotragus-balearicus-se-muestra-de-nuevo-como-un-excelente-modelo-evolutivo>
- Pascual, J.A. 2017. Necesitamos la Geología también en Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3): 274-284.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J.L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. i Roquero, E. (2013). Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2): 117-129.
- Pedrinaci, E. (2013). Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2): 208-214.
- Pons-Moya, J. 1977. La nouvelle espece de *Myotragus antiquus* de l'île de Majorque (Baléares). *Proc. Kon. Neder. Akad. Wetensch.*, B 80(3): 215-221.
- Quetglas, G. i Bover, P. (1998). Reconstrucció de l'esquelet de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): noves implicacions morfofuncionals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 159-172.
- Ramis, D i Bover, P. 2001. A review of the evidence for domestication of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28(3): 265-282.
- RTVE. 2017. Pas de Vallgornera. Piedra, agua... tiempo. Al Filo de la Imposible. Penjat a la xarxa el 01-01-2017. <https://www.rtve.es/play/videos/al-filo-de-lo-imposible/espeleologia-vallgornera-piedra-aguatiempo-2/3851567/>
- Salvà, M, À. 2016. *La docència de la Prehistòria i l'Arqueologia a l'Educació secundària a Mallorca*. Memòria del Treball de Fi de Grau. UIB. 56 pp.
- Shindler, K. (2005). *Discovering Dorothea: the Life of the Pioneering Fossil-Hunter Dorothea Bate*. London: Harper Collins. 390pp, 48 black and white plates).
- Shindler, K. (2019). *Dorothea Bate i Myotragus balearicus Una científica valenta, pionera en la recerca de fòssils*. Consell de Mallorca. 48 pp.
- Smith, P. J. (2000). Dorothy Garrod as the first woman Professor at Cambridge University. *Antiquity* 74(283): 131-136.
- Sondaar, P., McMinn, M.; Seguí, B. i Alcover, J.A. (1995). Interès paleontològic dels jaciments càrstics de les Gimnèsies i les Pitiüses. Endins, 20/Monografies de

la Societat d'Història Natural de les Balears, 3: 155-170.

Terrasa, J. (2019). *Dorothea Bate i Capdepera*. Edicions Documenta Balear. 60 pp.

Torres-Roig, E. 2020. Vertebrats post-messinians de Mallorca i Eivissa (Illes Balears, Mediterrània occidental): descripció, origen i extinció d'espècies. Universitat de Barcelona. Tesi doctoral. 276 pp.
<https://www.tesisenred.net/handle/10803/672477#page=1>

Welker, F., Duijm, E., van der Gaag, K. J., van Geel, B., de Knijff, P., van Leeuwen, J., Mol, D., van der Plicht, J., Raes, N., Reumer, J. i Gravendeel, B. (2014): Analysis of coprolites from the extinct mountain goat *Myotragus balearicus*. *Quaternary Research*. 81 (1): 106–116.

WEBGRAFIA NO CITADA EXPLÍCITAMENT AL TEXT

<https://www.ccma.cat/tv3/super3/kukurota/lanimal-desaparegut-myotragus/video/5590756/>

<https://www.rtve.es/play/videos/rtve-igualdad/documental-recupera-dorothea-bate-paleontologa-puso-baleares-mapa-cientifico/5666936/>

<https://www.youtube.com/watch?v=y75CpviP2WE>

<https://ib3.org/el-myotragus-arriba-a-peu-a-balears-des-de-la-peninsula>

<https://www.bbc.co.uk/sounds/play/b06d8jrd>

<https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2017/december/dorothea-bate-blue-plaque-recognition.html>

<https://www.nhm.ac.uk/discover/dorothea-bate-natural-history-museum-pioneer.html>

ANNEX I

1. Qui va descriure per primera vegada el *Myotragus*? Cerca informació i fes una petita biografia de l'autora.
2. Segons el text on es parla de Dorothea i qui és l'autor que escriu sobre ella, es qualifica de naturalista, d'ornitòloga, de geòloga, de paleontòloga, d'arqueòloga, de zooarqueòloga, etc. Explica què vol dir cada denominació. Pel que has investigat, quina trobes la millor o millors denominacions?
3. Què és el *Myotragus balearicus*?
4. Explica el concepte d'espècie.
5. Com es designen les espècies?
6. Què és la taxonomia? I la filogènia?
7. Quins van ser el avantpassats del *Myotragus balearicus*? Dibuixa el seu arbre filogenètic amb la seva cronologia. Has de dir la font d'on has tret la informació.
8. On ha viscut? Era una espècie endèmica? Explica el concepte d'endemisme.
9. Quan es va extingir el *M. balearicus*? Quina va ser la causa? Explica el concepte d'extinció.
10. S'ha seqüenciat algun fragment d'ADN de *M. balearicus*?. Té alguna utilitat aquesta seqüenciació?
11. Observa el següent tall geològic fictici, procedent d'una cova de Mallorca (mirar la figura 3 del present article). Els ossos de l'estrat que hi ha a l'esquerra són de *Myotragus palomboi*; els ossos de l'estrat que hi ha a la dreta inferior són de *M. batei*, i els que hi ha a un estrat superior, de *M. balearicus*. Els estrats presenten unes litologies, que has d'interpretar a partir de les trames que hi ha dibuixades i que s'han explicat a classe. Hi ha dues colades pavimentàries, què són les capes que tenen menys potència. Per acabar, comentar que hi ha una superfície clarament erosiva. Descriu la història geològica del tall, indicant la cronologia.
12. Per a realitzar una excavació paleontològica, s'ha de demanar permís a algú?
13. Quines adaptacions va tenir el *M. balearicus*?
14. És difícil trobar icnites de *Myotragus*? En quins materials es troben?
15. S'han trobat copròlits de *Myotragus*? On? Quins estudis s'han fet a partir d'aquests copròlits?
16. Quina era la dieta del *Myotragus balearicus*?
17. Explica per què es troben cranis amb les banyes tallades.
18. Com va arribar el *Myotragus* a l'arxipèlag balear i què va passar perquè pogués evolucionar en condicions d'insularitat gairebé 5 milions d'anys? Cerca informació, explica el context paleogeogràfic i quins esdeveniments hi va haver.
19. Quina era la fauna acompanyant del *Myotragus balearicus*?
20. Mira el vídeo, fes un resum del que es diu i comenta que milloraries i/o rectificaries, o si has observat alguna errada:

<https://www.ccma.cat/tv3/super3/kukurota/animal-desaparegut-myotragus/video/5590756/>

ANNEX II

- a. Fer una presentació a classe a partir de PowerPoint, amb la tasca a classe.
 - a.1. Individual, de 3-5 minuts amb PowerPoint.
 - a.2. Per equips de 5-10 minuts amb PowerPoint.
- b. Un treball en equip per a fer un pòster, a classe.
 - b.1. El professor decideix qui és de cada equip.
 - b.2. Els alumnes trien el grup.
- c. Un debat fent dues parts, a classe.
- d. Que el professor faci una classe magistral de l'animal d'una o dues classes de durada i passi un full amb qüestions.
- e. Fer un treball a casa.
 - e.1. Un informe.
 - e.2. Una presentació amb PowerPoint.
 - e.3. Un pòster.
 - e.4. Una altra proposta.
- f. Una alternativa diferent a totes les anteriors.

ANNEX III

1.a. Què és la datació absoluta i la datació relativa.

1.b. Posa un exemple de cada tipus de datació a partir de *M. balearicus*.

2.a. Explica què és la taula del temps geològic. Què és l'escala cronomètrica i l'escala cronoestratigràfica.

2.b. Fes un resum dels principals esdeveniments en la història de la vida a la Terra i dels esdeveniments geològics.

En la història de la vida explica els principals canvis en els grans grups d'éssers vius i la justificació des de la perspectiva evolutiva.

Te pot ser de molta utilitat [https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de Catalunya/El-Temps-geologic](https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de-Catalunya/El-Temps-geologic)

3. Explica els principals esdeveniments geològics que hi ha hagut des de l'arribada del *Myotragus* a les Gimnèsiques fins a la seva desaparició. Encara que sigui un tema molt ampli, ho pots situar a la Mediterrània occidental i a les Illes Balears concretament. Ubica cronològicament els esdeveniments.

4. El *Myotragus* és un bon exemple sobre l'evolució d'una espècie? Justifica la resposta.

5. La conservació del patrimoni geològic i paleontològic és important. Comenta i argumenta el perquè.

6.a. Fes una breu biografia de na Dorothea Bate.

6.b. Quines diferències veus de la científica Dorothea Bate a la d'una d'ara que realitzàs unes activitats similars.