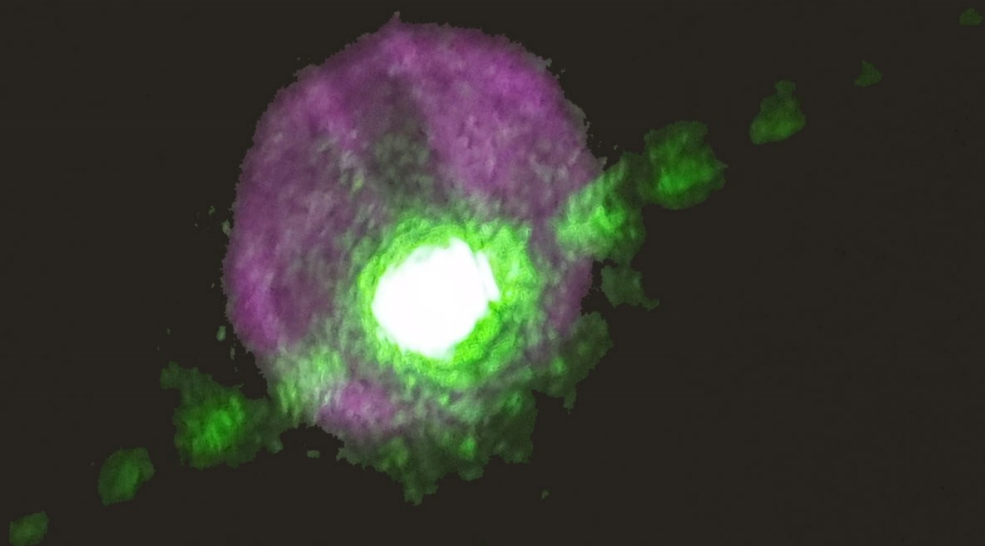


# COMPRENDORIA

**Sociedá Asturiana de les Ciencies**

**Númeru 2, febreru 2026**

**SABENCIA**



**SABENCIA**  
Sociedá Asturiana de les Ciencies

# Comprendoria

Comprendoria ye una revista de Sabencia. Sociedá Asturiana de les Ciencies

Númeru 2 - febreru 2026

[sabencia.net](http://sabencia.net)



CC BY 4.0

## Editorial

Por qué l'universu, la materia, la vida na Tierra, l'equilibriu nel funcionar de la natura... Los amantes de la naturaleza facémosnos les mesmos entrugues. Quedamos plasmaos al ver los socesos pequeños que desendolquen nel mundiu: un rayu de lluz qu'entra pente medies de los furaquinos de la persiana, el cayér de les gotes de lluvia, un beranín a la gueta inseutos nuna pomarada...

Les nuses entrugues son como les que fai un neñu pal que ye too nuevo: ¿qué...? ¿pa qué...? ¿cómo...? Entrugues que según espolleta ún va escaeciendo pues, a medida que nos facemos vieyos, entamamos a cuntar que lo sabemos too del mundiu. Anque dellos nun tresvolen esi pruyir de la mente del neñu, pal que too ye nuevo, y cada día, cada hora, cada ratín hai fechos que pueden dexanos plasmaos, anque malapenes naide los aprecia, namás dellos que nun perdieron esi pruyir de la mente del neñu, pal que too ye nuevo...

Y ye qu'escaecemos la curiosidá, la capacidá d'apreciar los pequeños socesos qu'a lo llargo del día tienen llugar y nun son dignos de la nuesa atención, masque son estos casos, los fechos del día a día, los que plasmaron a munches presones con alma de neñu, dende l'alborada de la humanidá, y a los que dieron esplicación, con mayor o menor éxitu.

Ye verdá qu'atalantamos el mundiu mucho meyor dempués de xeneraciones y xeneraciones d'esistencia del llinax nuesu. Güei vemos normales fechos que pa los nuestos ancestros yeren misteriosos, y hasta sobrecoyedores, pero gracies a persones que supieron averase a esos pequeños socesos, el pensamientu humanu floreció.

La mente del neñu ta abierta al mundiu. Tenemos que deprender mucho de los nuestos propios neños. El métodu científicu tien mucho que ver con como deprendenmos cuando somos neños, ¡los neños usen el métodu científicu! Faen un esperimentu, por exemplu meter un xuguete nuna caxa, si nun funciona refuguen la idea (contraste d'hipótesis), si funciona repiten l'esperimentu (repetición d'ensayos), y dempués de repetir y repetir l'esperimentu xeneralicen los resultaos. Asina van (vamos) deprendiendo, pasín a pasu, esperimentando, y xeneralizando los resultaos. Y anque hai vegaes qu'esa xeneralización nun ye correuta, lo mesmo qu'en ciencia, nuevos esperimentos van finar refugándola, cambiándola por otra.

En Comprendoria tratamos d'asoleyar pequeños socesos diarios, y damos rienda suelta a les preguntes que fai la nuesa mente de neñu. Esperamos qu'esti segundu númberu pueda despertar nel llector esa mirada "infantil".



# SUMARIU

Comprendoria 2 Añu 2026

## Estudios

- 3/ *Aumentu aves trescantábriques*. Comité Avifaunisticu Asturianu.
- 8/ *Pteridófitos na canal de Castiella*. Guillermo Ruiz.
- 13/ *Nomes pexes Gozón*. SABENCIA.

## Fiches

- 16/ *Anfibios anuros d'Asturies*. SABENCIA.

## Avérate y verás

- 17/ *Les egagrópiles*. SABENCIA.

## Flora y fauna d'Asturies

- 22/ *El llaberón*. SABENCIA

## Divulgación

- 24/ *L'alca xigante*. Bertu Ordiales.
- 30/ *E. coli que degrada'l plásticu*. SINC.

## Ciencia y alimentos

- 31/ *Xamón fraudulentu*. SABENCIA.

## Relatividá pa dummies

- 33/ *La llende de la velocidá lluz*. SABENCIA.

## Xugando coles matemátiques

- 34/ *Xeometría Manhattan*. SABENCIA

## Taller de llaboratoriu

- 40/ *Midiendo finamente*. SABENCIA.

# AUMENTU NA PRESENCIA D'AVES D'ORIXE TRESANTÁBRICU N'ASTURIES (2000-2025)



*Cuquiellu real*



*Elanu común*

COMITÉ AVIFAUNÍSTICU ASTURIANU  
COORDINADORA ORNITOLÓXICA D'ASTURIES



## Entamu

Les estratexes de les aves evolucionen como respuesta adautativa a los cambeos estacionales na abundancia de los recursos tróficos. Nesti sentíu los movimientos que faen, como les migraciones, la dispersión y otros, valen-yos pa maximizar la disponibilidad de recursos.

A lo llargo los años que van del sieglu XXI paez ser que los movimientos de les aves tán camudando per aciú'l cambéu climáticu (SAINO *et al.* 2011). Tamos viendo como hai adelantos y retrasos nes feches de les migraciones, como los cuarteles d'ivernada de dalgunes especies son cada vegada más nortiegos, rexístrense tamién añeraes tempraniegues, y otros cambeos nos vezos de les aves, como la xubida a les tierres nortiegues ibériques nos branos secos. Esto atestigua que les aves son quién a adautase a les nueves condiciones ambientales (NEWTON 2008), si bien paez que nun lo suficientemente rápido, pues hai poblaciones que tán amenorgando enforma n'Europa (SAINO *et al.* 2011).

Nesti trabayu, y cola sospecha de que les aves propies de la meseta y área mediterránea ibérica apaecen de forma más frecuente n'Asturies, queremos estudiar cómo evolucionó la presencia d'estes especies d'orixen trescantábricu n'Asturies a lo llargo d'estos primeros 25 años del sieglu XXI, asina como les sos posibles causes.

## Métodu

Recopilemos tola información de presencia n'Asturies d'especies ibériques d'orixe trescantábricu, qu'apaecen na base de datos del Anuariu Ornitolóxicu d'Asturies de la Coordinadora Ornitolóxica d'Asturies. De toles especies recoyimos aquelles que tienen l'estatus de rareza asturiana. Amás, incluyimos delles especies qu'unque tuvieron esi estatus hasta va poco, pol aumentu del númberu de rexistros, dexaron de tenelu nesti primer quartu de sieglu.

Col envís de comprobar si'l númberu d'especies, rexistros y aves camudaron usamos la preba estadística G como prueba de homoxeneidá.

Pa los supuestos de venceyu del númberu d'aves o fluctuaciones en función de variables climátiques comprobamos si'l númberu d'aves llocalizaes ente 2000 y 2025 dependía de cómo de caldío fuera'l branu n'España, d'au cuidamos que vien lo gordo les aves presentes n'Asturies. Para ello consultemos los resúmenes añales qu'asoleya añalmente l'AEMET (repositorio.aemet.es). Baxo'l criteriu d'esa entidá, y conscientes de les llimitaciones d'usar datos pal global del país, clasifiquemos cada añu nes siguientes categoríes: frío, normal, caldío, percaldío y extremadamente caldío. Pal análisis usamos la prueba G.

## Resultaos

### Númberu d'especies

Recopilamos rexistros d'un total de 25 especies propies del área ibérica trescantábrica, qu'anguaño entá tienen estatus de rareza asturiana (tabla 1), amás d'otres seis especies propies d'hábitats secos trescantábricos, que dexaron de ser rareza asturiana a lo llargo'l sieglu XXI (tabla 2), bien pol aumentu del númberu d'aves, bien por pasar a ser especie añerante nel territoriu asturianu.

La mayoría de les especies fueron non paseriformes (n=23), siendo minoría los paseriformes (n=8).

En cuanto a la evolución a lo llargo'l tiempu, el númberu d'especies por llustru foi n'aumentu de forma significativa ( $p < 0,05$ ). Mentar que'l meyor axuste de los datos (gráfica 1) foi a una curva esponencial con una correlación fuerte ( $R^2 = 0,76$ ). Ye d'interés apuntar que'l aumentu más significativu foi l'acaeciú nel llustru caberu, con un saltu de 18 a 27 especies, y tres llustros col númberu d'especies estable.

nome científicu	nome asturianu
<i>Marmaronetta anguistirostris</i>	zarceta pálida
<i>Otis tarda</i>	avetarda
<i>Tetrax tetrax</i>	sisón
<i>Clamator glandarius</i>	cuquiellu real
<i>Apus unicolor</i>	andarón unicolor
<i>Apus pallidus</i>	andarón unicolor
<i>Apus caffer</i>	ándarón café
<i>Porphyrio porphyrio</i>	gallineta azul europea
<i>Tringa stagnatilis</i>	chibibí finu
<i>Glareola pratincola</i>	perdiz de mar
<i>Chroicocephalus genei</i>	gaviota picufina
<i>Ichthyaetus audouinii</i>	gaviota d'Audouin
<i>Gelochelidon nilotica</i>	garrochín picucurtiu
<i>Hydroprogne caspia</i>	garrochín grande
<i>Phoenicopterus roseus</i>	flamengu común
<i>Botaurus minutus</i>	butorín
<i>Ardeola ralloides</i>	garcina cambariega
<i>Aquila adalberti</i>	águila ibérica
<i>Merops apiaster</i>	abeyarucu européu
<i>Coracias garrulus</i>	matraca europea
<i>Falco eleonorae</i>	falcón d'Eleonora
<i>Coloeus monedula</i>	guefa
<i>Corvus frugilegus</i>	choya común
<i>Remiz pendulinus</i>	pendilexu européu
<i>Calandrella brachydactyla</i>	terreriega común

**Tabla 1.** Especies d'orixe trescantábricu que caltienen l'estatus de rareza n'Asturies. El criteriu pa que seya rareza ye que tean menos de 40 rexistros por década, amás de qu'estos tienen que tar distribuyíos de forma más o menos uniforme nesos diez años

nome científicu	nome asturianu
<i>Apus pallidus</i>	andarón pálido
<i>Falco naumannii</i>	peñerina pequeña
<i>Curruca melanocephala</i>	papuda tiestaprieta
<i>Curruca conspicillata</i>	papuda de lentes
<i>Curruca iberiae</i>	papuda de les ardines
<i>Cecropis rufula</i>	andarina arroxada

**Tabla 2.** Especies d'orixe trescantábricu non rares qu'adiquen n'Asturies, como reproductores o visitantes estacionales.

### Número de rexistros d'especies rares

Atropamos un total de 465 rexistros nestos 25 años, como nel casu'l número d'especies, les non paseriformes son les que más abulten (n=387).

La mayoría de les especies (n=18) apaecieron de forma testimonial, con menos de diez rexistros, mentantes que namás nueve superaron esi valor (tabla 3).

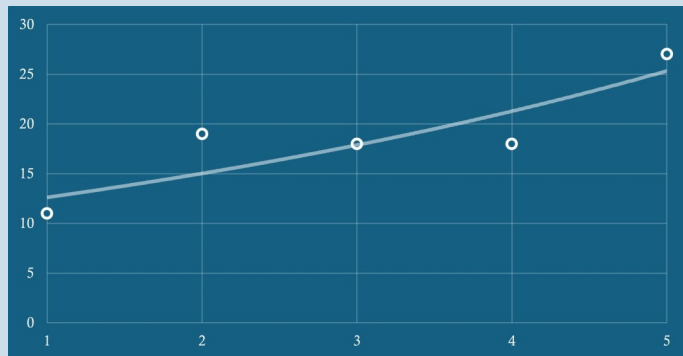
A lo llargo'l tiempo'l número de rexistros por llustru foi n'umentu de forma persignificativa ( $p < 0,001$ ). Axustándose tamién estos datos (gráfica 2) a una curva esponencial con una correlación muncho más fuerte que nel casu del número d'especies ( $R^2 = 0,94$ ). Anque l'umentu foi desigual, con dos blincos notables, ún del primer llustru al segundu (con 49 rexistros más), y, sobre tou, del cuarto al llustru caberu (con 94 rexistros más).

### Número d'aves d'especies rares

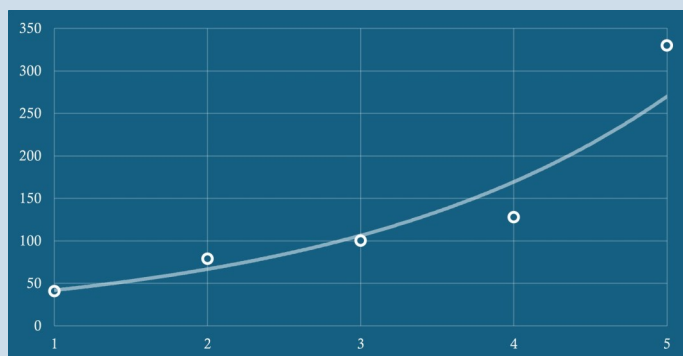
A lo largo de la dómina estudiada tenemos un total de 624 aves de les diferentes especies, de les que 505 fueron non paseriformes y 119 paseriformes, anque, la especie que más individuos axuntó foi un paseriforme, esta foi la terreriega común (*Calandrella brachdactyla*) con 90 aves. Siguiéron-y otros seis especies con más de 50 aves observaes (tabla 4).

No tocante al aumentu del número d'aves foi persignificativu ( $p < 0,001$ ), y con unos datos peraxustaos a la curva esponencial ( $R^2 = 0,92$ ). Amás, el crecimentu foi muncho más grande nel llustru caberu, con 202 aves más que nel anterior llustru (gráfica 3).

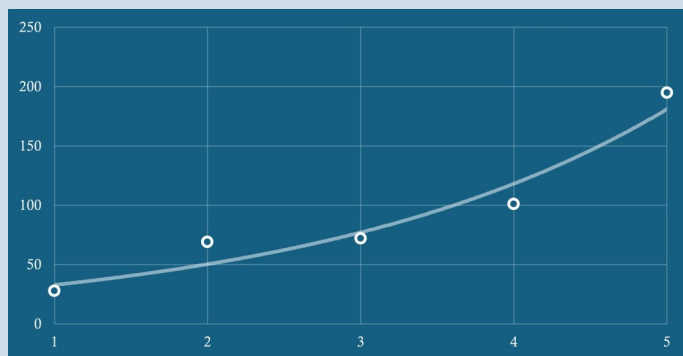
La evolución del número d'especies, aves y rexistros por llustru creció a lo llargo del primer quartu del sieglu XXI. Nos tres casos la curva axusta con un crecimentu esponencial (el valor de  $R^2$ ), n'especial el número d'aves y especies.



Gráfica 1. Número d'especies por llustru, ( $R^2=0,75$ ).



Gráfica 2. Número d'aves por llustru, ( $R^2=0,92$ ).



Gráfica 3. Número d'rexistros por llustru, ( $R^2=0,94$ ).

especie	nº rexistros
<i>Clamator glandarius</i>	57
<i>Calandrella brachydactyla</i>	57
<i>Elanus caeruleus</i>	56
<i>Ardeola ralloides</i>	48
<i>Hydroprogne caspia</i>	42
<i>Merops apiaster</i>	38
<i>Botaurus minutus</i>	17
<i>Ichthyaetus audouinii</i>	15
<i>Coracias garrulus</i>	13

**Tabla 3.** Especies trescantábriques rares n'Asturies con más de diez rexistros ente 2000-2025

especie	nº aves
<i>Calandrella brachydactyla</i>	90
<i>Hydroprogne caspia</i>	72
<i>Elanus caeruleus</i>	63
<i>Merops apiaster</i>	65
<i>Clamator glandarius</i>	59
<i>Phoenicopterus roseus</i>	55
<i>Ardeola ralloides</i>	50

**Tabla 4.** Especies trescantábriques rares n'Asturies con más de 50 aves rexistraes ente 2000-2025

### Especies non rares d'orixe trescantábricu

Como ya mentamos ehí p'atrás, incluyimos nesti grupu un total de seis especies (tabla 2). De les que cinco afincaron como añerantes n'Asturies a lo llargo del sieglu XXI: andarón pálido (*Apus pallidus*), papuda tiestaprieta (*Curruca melanocephala*), papuda de lentes (*Curruca conspicillata*), papuda de les ardines (*Curruca iberiae*) y andarina arroxada (*Cecropis rufula*).

Otra especie que perdió l'estatus de rareza asturiana, nesti casu por acumulación de rexistros, foi la peñerina pequeña (*Falco naumannii*), con un patrón centráu na dómina braniega.

La primer especie qu'afincó nesti primer quartu de sieglu, con orixe n'ambientes caldíos y más secos foi la papuda tiestaprieta, qu'hasta l'año 2001 yera perrara nes tierres asturianas, y qu'a partir d'esi añu, colos primeros añerantes, entamó un procesu de colonización que güei garra tola faza mariñana y los primeros escalones del pisu colín.

Otra de les especies, l'andarón pálido, ye de munchu interés. Especie propia de rexones caldies y soleyeres, que nun principiu ye propia de la meta sur y l'área mediterránea, establéciose como añerante en 2015 na cuidá de Xixón, y en 2025 tamién en Lluanco (Gozón). Estes pequeñes poblaciones adiquen n'edificios vieyos na ribera la mar na solana.

Les otros dos especies añerantes, papuda de lentes y papuda de les ardines, tienen unes poblaciones añerantes perpequeñes y xebraes, afincaes en valles caldíos y con vexetación mediterraneo na rexón occidental (Bual, Eilao, Grandas, Villayón...). Pese a que les dos especies tán enanchando les sos llendes de distribución, nel casu d'estes dos papudes, nun paecen tener una tendencia nidia de medrar, masque son especies roceanes y difíciles d'estudiar, polo que podrían tar pasándose perriba cambeos nes sos poblaciones.

La especie venceyada a la dómina postnupcial, peñerina pequeña, paez tener un comportamientu venceyáu a lo seco que venga'l branu nes tierres trescantábriques. Hasta 2005 yera una especie qu'apaecía de forma ocasional n'Asturies, pero desde esi añu entamáronse a rexistrar aves nel postnupcial nel sur del seutor occidental primero, y nel central y oriental dempués, anque en menor midida. La especie tien años esceicionales en cuanto a númberu d'exemplares. La so presencia ta condicionada, como ya diximos a cómo foi de seca la dómina estival. Atopamos diferencies significatives nel númberu d'aves respetu a la variable de calidez, tanto al comparar por separtáu les tres categorías ( $p > 0,05$ ), como al comparar los resultados de los años normal/caldio agrupaos frente a los años percaldios ( $p > 0,05$ ).

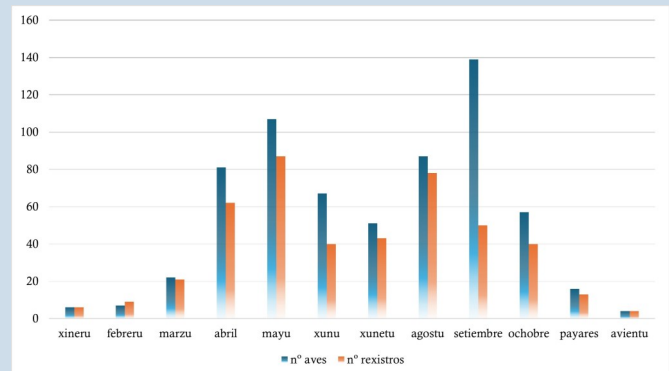
Desconocemos l'orixe concretu de les aves qu'oservamos n'Asturies, de conocelo ye mui posible que pudiésemos afinar más l'análisis. Amás, de xuru que les variables climátiques por sí soles nun espliquen la variabilidá interañal del númberu d'aves, que puede tar condicionada, por exemplu, pola productividá na época de cría o pola tasa de sobrevivencia de les aves.

### Distribución por meses

Na gráfica 4 vemos tanto'l númberu de rexistros acumulaos por mes como'l númberu d'aves. Puede oservase que, sacante los meses envernizos (payares, avientu, xineru y febreru), la gráfica queda xebraba en dos partes, bastante simétriques. La primera de marzu a xunu, con máximos n'abril y mayu, y la segunda de xunetu a ochobre, con agostu y setiembre como los meses cabezaleros. Acumuláronse más aves trescantábriques na dómina xunetu-ochobre ( $n=334$ ) qu'en marzu-xunu ( $n=277$ ), siendo significatives les diferencies ( $p < 0,05$ ).

Les especies dominantes ( $>10\%$  del total de la dómina) nel periodu de marzu a xunu, fueron la terreriega común ( $n=60$ ,  $21,7\%$  de total de la dómina), l'abeyarucu européu ( $n=43$ ,  $15,5\%$  del total de la dómina) y la garcina cambariega ( $n=32$ ,  $11,5\%$ ).

Pa'l periodu xunetu-ochobre, les especies dominantes ( $>10\%$  del total de la dómina), fueron el garrochín grande ( $n=62$ ,  $18,6\%$  del total de la dómina) y cuquiellu real ( $n=41$ ,  $12,3\%$ ).



Gráfica 4. Númberu d'aves y rexistros acumulaos por meses.

### Especies venceyaes a lo caldío del branu n'España

Aplicamos los test estadísticos a les especies qu'apaecieron na dómina braniega (desde 15 de xunu al 15 de setiembre) venceyándoles, como ficimos nel casu la peñerina pequeña, cómo de caldío foi l'branu n'España.

Tolos años estudiaos foron a caldíos, percaldios o estremos, y, como nel casu la especie yá mentada, atopamos diferencies persignificatives ( $P > 0,001$ ) ente l'apaición d'especies trescantábriques nos años estremadamente caldíos frente a los caldíos y percaldios (ente estos nun atopamos diferencies).

	caldio	percaldio	estremu
% rexistros	14,3	16,2	68,5
% años	36	16	48

Tabla 5. Porcentax del númberu de rexistros y años pa caún de los tipos de branos rexistraos n'España

## Discutiniu

Nesta revisión de los datos d'aves trescantábriques damos testimoniu de que'l número d'aves trescantábriques nel periodu estudiáu sufrió un aumentu esponencial. Amás evidénciase que nun ye un fenómenu anecdóticu. Lo que vien a sumase a cambeos na avifauna asturiana, como la presencia d'especies migratorias na dómina ivernal, nueves especies añerantes n'Asturies.

Podríamos pensar qu'esti aumentu puede debese al aumentu del esfuerzu y una mayor presencia d'observadores. Nós cuidamos que nun ye asina. De los 140 observadores que costen na base de datos, más de la meta de los rexistros (56,4%) fueron de los 14 observadores como más de diez rexistros, y otru 16,3% son observaciones feches por otros 15 observadores con ente trés y nueve rexistros, lo que fai que'l 72,7% de los rexistros proceden de 29 observadores, na so mayoría (24) con amplia actividá desde antes del 2000 y mientres esti quartu sieglu. Cuidamos que polo tanto la mayoría de los rexistros fueron fechos por un grupu de persones con amplia esperiencia y conocimientu.

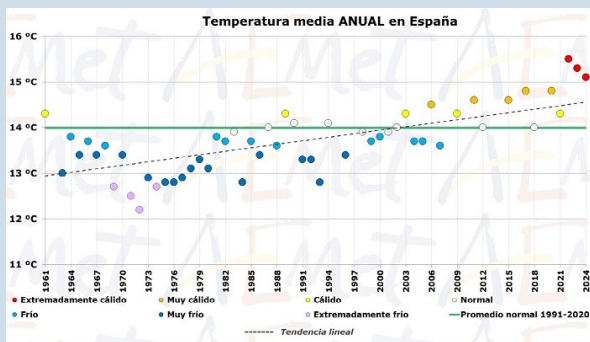


Figura 1. Temperatura media añal n'España 1961-2024.

Fonte AEMET

Los datos acumulaos amosen una estacionalidad bicéfala, centrada nos meses d'abril-mayu y agostu-setiembre (gráfica 4). Pa los dos periodos el número de rexistros aumentó a lo llargo l'históricu.

Nel casu de los rexistros ente marzu y xunu, la mayoría les aves qu'apaecieron yeren migrantes prenupciales. En delles podría tener vanceyu col aumentu de les sos poblaciones europees, que pasen pela nuesa tierra na migración a los territorios d'añerada. Asina, según EBBA2 (KELLER *et al.* 2020), socede n'especial col abeyarucu européu y la garcina cambariega, pero tamién col elanu común, el butorín ente otres. Masque, la especie prenupcial que mayor aumentu esperimto, la terreriega común, nun sigui esti patrón, ya que nun hai poblaciones reproductores destacables fuera del entornu mediterráneu y amás les sos poblaciones amenorgaron enforma nos últimos tiempos (KELLER *et al.* 2020).

El comportamientu d'esta especie ye abondo desconcertante. Sabemos que pasa la dómina ivernal n'África, y vuelve na primavera. Nesti movimientu de regresu a les zones d'añerada, munches aves pasen de llargo del so destín y acaben en tierres asturianas quiciabes por desorientación o por otres causes, como una meteoroloxía adversa. Non obstante,

desconocemos el destín de les aves que lleguen a Asturias, que suelen apaecer solitaries o en bandes pequeños nes rases mariñanes, au queden ún o dos díes. Necesitaríamos más datos al respetu del orixe, destín o edá de les aves, pa poder caltriar con menos incertidume'l esta evolución al alza del número d'aves.

Otru casu diferente son les especies qu'apaecieron na dómina braniega/postnupcial, qu'axuntó una mayor porción de la esbilla.

L'análisis del número de rexistros y aves en relación colu seco del branu n'España (d'onde cuidamos que vienen la mayoría les aves) danos una idea de les posibles causes d'esti aumentu. Son conocíos los afuxes de temperu, nos que les aves faen movimientos de curtia o media distancia como estratexa de sobrevivencia en periodos de climatoloxía estrema. El fuerte vanceyu atopáu ente los años con más rexistros y los años estremadamente caldíos ye un sofitu sólidu a la hipótesis de que les aves busquen abeyugu na vertiente cantábrica más fresca y con más recursos tróficos. El casu que vimos de la peñerina pequeña, con más rexistros nos años estremos, tamién sirve de sofite a esta hipótesis.

La tendencia de la temperatura nos últimos años ye d'aumentu, que foi más sentible desde'l 2000 (figura 1), dalgo que casa col aumentu allargáu nel tiempu del número de rexistros a lo llargo d'esti quartu sieglu. L'aumentu de la temperatura nun sólo afeuta a les especies qu'adiquen nel área trescantábrica, sino que tamién tán produciéndose cambeos na avifauna asturiana, como l'apaición de nueves especies añerantes d'hábitat mediterráneos, o l'aumentu de dalgunes especies propies de fauna asturiana adautaes a entornos más secos y caldíos, como la capelluda común (*Galerida cristata*) que volvió tener población añerante nel Cabu Peñes desde 2025.

Sabemos d'otros fenómenos vanceyaos que tán produciéndose años caberos n'España, como l'abandonu de la cría nel área mediterranea, especies añerantes n'España propies del norte d'África o aumentu d'especies termófiles (BARRIOS 2003; ARAUJO *et al.* 2011).

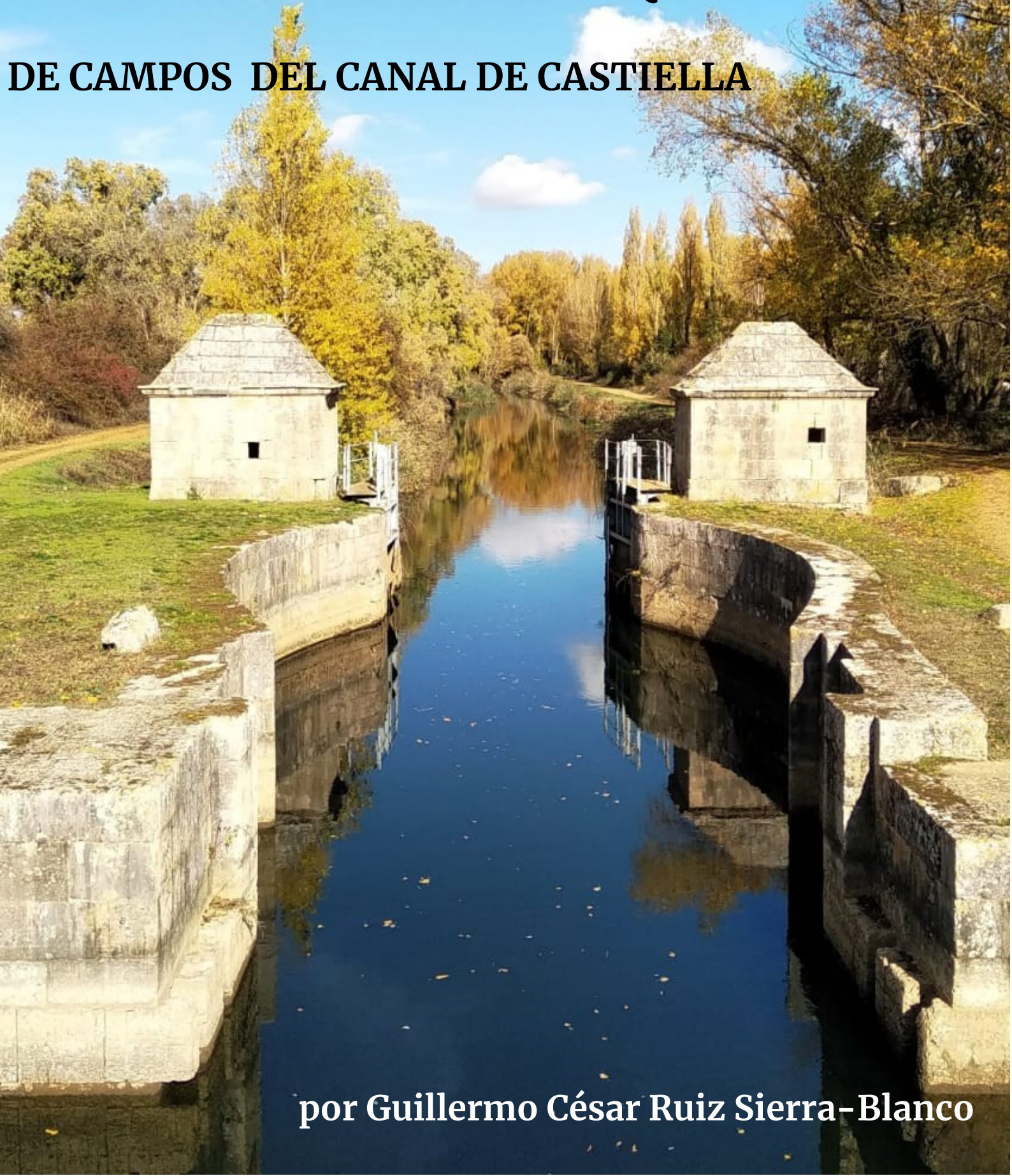
Ye predicible, que de cumplise les predicciones de los modelos climáticos, qu'auguren la continuidá de la tendencia del aumentu de la temperatura, vamos ser testigos de nuevos aumentos nel número d'especies trescantábriques, tanto de visitantes estivales como miembros de plenu derechu na avifauna añerante asturiana.

### REFERENCIES

- ARAUJO, M. B. *et al.* (2011). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad española frente al cambio climático*. 2. Fauna de vertebrados. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- BARRIOS, F. (2003). *Vencejo Cafre, Apus caffer*. En, R. Martí y J. C. del Moral (Eds.): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, pp. 340-341. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología.
- KELLER, V., *et al.* (2020). *European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change*. European Bird Census Council & Lynx Editions.
- NEWTON, I. (2008) *The migration ecology of birds*. Academic Press.
- SAINO *et al.* (2011) *Climate warning, ecological mismatch at arrival and population decline migratory birds*. *Proceedings of the Royal Society (b)*, 278.

**Estudios**

**FLORA PTERIDOPHYTA ASOCIADA A LES  
INFRAESTRUCTURES HIDRÁULIQUES DEL RAMAL  
DE CAMPOS DEL CANAL DE CASTIELLA**



**por Guillermo César Ruiz Sierra-Blanco**

# 1.Introducción

## 1.1. La Canal de Castiella como corredor biológico

La Canal de Castiella ye una espectacular obra d'inxeniería hidráulica llevada a cabu nel sieglu XVIII por iniciativa del rei Fernando VI y a instancias del Marqués de la Ensenada. El so oxetu foi axilizar el tresporte de mercancías en Castiella (fariña, trigu, etc.) colos puertos del Cantábricu, encontándose nel "Proyeutu Xeneral de los Canales de Navegación y Riegu pa los reinos de Castiella y de Lleón" elaborado por Ulloa y Lemaur (1753). La Canal, que percuerre 207 kilómetros, crea un ecosistema fluvial antrópico, declaráu "Conxuntu Hestóricu Artísticu" y Bien d'Interés Cultural (BIC) dende 1991, una figura que se reafirmó y actualizó per instrumentos como'l Decretu 205/2001 de la Xunta de Castiella y Lleón y el Plan Hidrológico de la Demarcación del Dueru (CH Dueru, 2015).

Esti corredor semi-natural ye de vital importancia ecolóxica al facilitar la interconexón ente la rexón eurosiberiana y la rexón mediterránea. La Canal proporciona abellugu y diversidá florística nun paisax típicamente estepariu, con una flora documentada qu'inclúi más de 200 especies ente hidrofitos, plantes higrófiles y vexetación arbórea.

## 1.2. Ecoloxía de la flora Pteridophyta n'ambientes antrópicos

Los Pteridofitos (felechos) son plantes vasculares que dependen de condiciones d'alta humedá pa la so fase gametofítica. N'ambientes áridos o semiáridos, como'l de Tierra de Campos, la supervivencia de los felechos llimitase a microhábitats específicos que mitiguen l'estrés hídricu. Les estructures de mampostería, como los acueductos y pontes de la Canal de Castiella, actúen como tales abellugos (bioconstrucciones), ufriendo fendedures y

sustratos caliares afayadizos pa especies rupícolas y esciáfiles (Colexu d'Inxenieros de Caminos..., 2016).

## 1.3. Oxetivu del estudiu

L'oxetivu d'esta investigación ye carauterizar y documentar la presencia, distribución y los microhábitats de les especies de flora Pteridophyta que s'establecieron nes infraestructures hidráuliques del Ramal de Campos del Canal de Castiella.

# 2.Material y métodos

## 2.1. Área d'estudiu

L'estudiu centróse nun tramu del Ramal de Campos del Canal de Castiella, na provincia de Palencia. El tramu investigáu atropa 30.8 km de llonxítu, dende Puente de Valdemudo en La Venta de Valdemudo (términu municipal de Becerril de Campos) hasta Puente del Deseo en Paredes de Nava.

## 2.2. Diseñu y toma de datos

La metodoloxía basóse nun muestréu exhaustivu (prospeición botánica) realizáu a lo llargo de los caminos de sirga qu'acompañen dambes veres de la canal y sirven de tránsitu. L'esfuerciu de muestréu tuvo concentrada na inspeición d'infraestructures de sillería o piedra caliar, incluyendo acueductos y pontes, qu'hestóricamente amosaron ser nichos clave pa la flora rupícola, (ver figura 1).

Identificación taxonómica: la identificación de les especies realizóse *in situ* y *mediante documentación fotográfica*, utilizando *caracteres morfolóxicos clave* (forma de la fronde, disposición de los soros, etc.), y *comparada coles claves de referencia de la Flora Ibérica* (Castroviejo et al., s.f.).



**Figura 1.** Vista del interior d'una de les infraestructures hidráuliques de sillería del Canal de Castiella, na cara sureste del acueductu de Santa María, en Becerril de Campos, qu'actúa como hábitat rupícola clave pa'l establecimiento d'especies de flora Pteridophyta nel ramal de Campos. Nes parees *Asplenium scolopendrium*

Xeorreferenciación y hábitat: nes llocalidades rexistróse la especie, el microhábitat específicu (p. ex., fendedures de sillares de piedra caliar) y l'allugamientu precisu según la referencia kilométrica (Km) de la Canal.

Nomenclatura: nel estudiu siguióse la nomenclatura taxonómica vixente pa la flora Pteridophyta de la península ibérica.

### 3. RESULTAOS

A lo llargo del tramu estudiáu del Ramal de Campos, identificáronse un total de cuatro especies de flora Pteridophyta pertenecientes a les families Aspleniaceae y Dryopteridaceae. Los microhábitats predominantes pal desendolcu d'estes especies foron les fendedures de los sillares de piedra caliar de los acueductos.

Les poblaciones más significatives tán formaes por *Asplenium scolopendrium* L., estableciéndose con gran densidá nes fisures de los sillares de la bóveda del acueductu de Santa María (Km 94.807), Becerril de Campos. (Ver Figura 4).

**Especies identificaes:**

#### **Golondriyu prietu (*Asplenium adiantum-nigrum* L.)**

Individuos aisllaos nes fisures del acueductu del Arroyo Mayor (Km 105.550), Paredes de Nava.



Exemplares específicos (morfo-identificación), nes fendedures de los sillares de la cara norte (arriba) y sur (abaxo) del acueductu del Arroyo Mayor (Km 105.550) de la Canal de Castiella, amosando la morfoloxía triangular de la llámina y el raquis negru brillante carauterísticos.

#### **Llingua de güe (*Asplenium scolopendrium* L.)**

Apació nel acueductu d'Antanillas (Km 91.687), Villaumbrales y acueductu de Santa María (Km 94.807), Becerril de Campos, con una importante población nesta cabera infraestructura hidráulica.



Exemplares específicos (morfo-identificación). Les poblaciones colonicen activamente les fisures de los sillares de piedra caliar que conforma l'interior de la bóveda de la faza noroeste del acueductu de Santa María (Km 94,807).



Exemplares específicos (Morfo-identificación). Arriba exemplares colonizando activamente xunto con *Asplenium trichomanes* (s.l.) y *Polystichum setiferum* (Forrks.) les fisures de los sillares de piedra caliar de la faza suroeste del interior del acueductu d'Antanillas (Km 91,687), Villaumbrales. Embaxo, poblaciones colonizando activamente les fisures de los sillares de piedra caliar que conformen la cara sureste del interior del acueductu de Santa María (Km 94,807).

## Golondriyu común (*Asplenium trichomanes* s.l.)

Documentáu en fisures de varios acueductos, como l'acueductu de Valdemudo (Km 80,626), Becerril de Campos, acueductu de Casablanca (Km 84,320), en Villaumbrales, acueductu del Serení o Tres Casas (Km 90,557), en Villaumbrales y l'acueductu d'Antanillas (Km 91,687), en Villaumbrales.



Exemplares específicos (morfo-identificación). *Asplenium trichomanes* L. subsp. *quadrialeans* D. E. May sobre les fisures de los sillares nel interior de la cara noreste del acueductu de Casablanca (Km 84,320), Villaumbrales.



Exemplares específicos (morfo-identificación). Detalle de poblaciones d'*A. trichomanes* L. subsp. *quadrialeans* D. E. May na cara sureste del Acueductu de Valdemudo (Km 80,626), Becerril de Campos.



Exemplares específicos (morfo-identificación), poblaciones d'*Asplenium trichomanes* L. subsp. *Quadrialeans* sobre les fisures de los sillares nel interior de la faza suroeste.



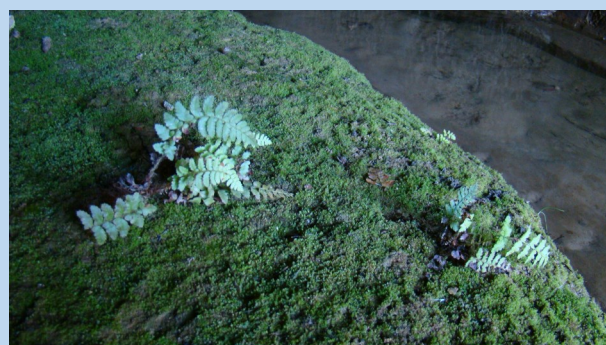
Exemplares específicos (morfo-identificación) d'*A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes* na faza noreste del acueductu de Antanillas (Km 91,687), Villaumbrales.

## Felecha donda (*Polystichum setiferum* Forssk. Woyнар)

Documentada en suelos de basa del acueductu del Real (Km 100,700), Paredes de Nava.



Exemplares específicos (morfo-identificación) de *Polystichum setiferum* (Forrks.) Woyнар que xorrez xunto *A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes* nes grietas de los sillares de piedra caliar que conformen les paredes que sustenten la bóveda de la cara suroeste del acueductu d'Antanillas en Villaumbrales (Km 91,687).



Exemplares específicos (morfo-identificación), detalle del incipiente asentamientu de dalgunos individuos de *Polystichum setiferum* (Forrks.) Woyнар sobre sustratu de basa dientro de la bóveda de la cara noroeste del acueductu del Real (Km 100,700), en Paredes de Nava,

## 4. DISCUSIÓN

La identificación d'estes cuatro especies de la flora Pteridophyta nel Ramal de Campos subraya la importancia ecolóxica d'esta infraestructura na conservación de la biodiversidá. La rodiada de Tierra de Campos, caracterizada por un clima continental con déficit hídricu, ye davezu desfavorable pa los helechos; la so supervivencia equí débese a les carauterístiques úniques de les infraestructures hidráuliques.

Les especies rupícolas alcontraes (*Asplenium adiantum-nigrum*, *A. scolopendrium*, *A. trichomanes* y *Polystichum setiferum*), aprovechen les estructures de la Canal como "isles d'humedá". El fluxu constante d'agua y la porosidá de la piedra caliar creen un microclima d'elevada humedá relativa y temperatures más fresques. Esti fenómenu ye un exemplu de cómo les estructures antrópiques puen xenerar abellugos biolóxicos pa flora relictual o higrófila en paisaxes modificaos, amenorgando l'estrés hídricu y térmicu.

L'alcuentru de la importante población d'*Asplenium scolopendrium* (llingua de güe), ye particularmente notable. Esta especie, que requier condiciones mesófiles y calcícoles estables, atopa un nichu ecolóxicu óptimu, sobre too nel Acueductu de Santa María, Becerril de Campos y, en menor midida, nel d'Antanillas, Villaumbrales, lo que suxer la necesidá de caltener la integridá estructural d'estes bóvedes.

Estos resultaos tienen implicaciones direutes pa la conservación. La Canal de Castiella debe xestionase nun solo como patrimoniu hestóricu (Xunta de Castiella y Lleón, s.f.), sinón como un corredor d'abellugu biolóxicu activu. La degradación de la sillería, tanto natural como por caltenimientu inadecuáu, comprometería la supervivencia d'estes poblaciones de Flora Pteridophyta. Futures investigaciones deberán cuantificar los parámetros microclimáticos y realizar un análisis edáficu del sustratu de colonización.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIQUES

-Cabezudo Artero, Baltasar & Trigo Pérez, M. del Mar (2004). *Pteridófitos (Helechos y plantas afines). Proyecto Andalucía, volumen XXI (Botánica II)*. Publicaciones Comunitarias - Grupo Hércules, Sevilla, España.

-Castroviejo, S., et al. (s.f). *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*.

- (1986) Vol. I. *Lycopodiaceae-Papaveraceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

- (2001) *Claves de Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I. Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae (Lauraceae-Euphorbiaceae)*. Ed. Departamento de Publicaciones del CSIC. Madrid.

-CH Duero. (2015). *Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero (2015-2021)*. Anejo 15. Patrimonio Hidráulico. Confederación Hidrográfica del Duero. Recuperado de: [[www.chduero.es/documents/20126/89007/PHD15-150\\_00\\_Patrimonio-v03\\_00.pdf](http://www.chduero.es/documents/20126/89007/PHD15-150_00_Patrimonio-v03_00.pdf)].

-Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Castilla y León. (2016). *Bienes de Interés Cultural (BIC): obras públicas, obras de ingeniería*. Recuperado de: [www.caminoscastillayleon.es/wp-content/uploads/Ingenieria%20Cultura/0.-%20BIC%20en%20Castilla%20y%20Leon%20-%20Obras%20Publicas%20\(feb-2016\).pdf](http://www.caminoscastillayleon.es/wp-content/uploads/Ingenieria%20Cultura/0.-%20BIC%20en%20Castilla%20y%20Leon%20-%20Obras%20Publicas%20(feb-2016).pdf).

-Díaz, Tomás E. et al. (1981). *Botánica. Capítulo VI. Los Helechos, Licopodios y Colas de Caballo (Pteridófitos)*, Ed. Jucar. Gijón.

-Estrasburguer, Eduard; Noll, F.; Schenk, H. & Schimper, A. F. W. (1988). *Tratado de Botánica. Cap. II Sinopsis del reino vegetal. Segunda división: Pteridophyta, pteridófitos*. 7ª edición española, Ed. Omega. Barcelona.

-Junta de Castilla y León. (s.f.). *Canal de Castilla. Catálogo de Bienes Protegidos*. Recuperado en <https://servicios.jcyl.es>

-Moreno Saiz, Juan Carlos; Pataro, Luciano & Pajarón Sotomayor, Santiago (2015). *Atlas de los Pteridófitos de la Península Ibérica e Islas Baleares* in Acta Botánica Malacitana et al. 40. Málaga.

-Rico, Emilio & Simó, V (1996). *Helechos*. Ed. Gran Enciclopedia Asturiana. Madrid.

-Salvo Tierra, Enrique (1990). *Guía de Helechos de la Península Ibérica y Baleares*. Ed. Pirámide. Madrid. 377 p.

-Ulloa, A. de & Lemaur, C. (1753). *Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego para los reinos de Castilla y de León*. Manuscrito y estudios preliminares.



## Nomes tradicionais de los pexes marinos en Gozón

SABENCIA

Una parte del conceyu de Gozón ye eminentemente marinero. Sieglos de tradición pescadora forxaron una cultura específica de gran valor cultural, d'ente la destaca'l léxicu usáu pola xente mariñano. Queremos dar una amuesa de la so bayura col inventariu de nomes de pexes de les distintes especies conocíes nel conceyu de Gozón que recopilamos a lo llargo los últimos años nes parroquies d'Antrometro, Bañugues, Llaviana y Lluanco, escoyíos direutamente de la xente "mariñano".

Munchos de los nomes atopaos en Lluanco y Bañugues, coinciden en munchos casos colos alcontraos por otros autores (ORTEA & DE LA HOZ 1979; BARRIUSO 2002), masque los de Llaviana y Antromero son totalmente inéditos. Buscamos nomes de 144 especies conocíes na costa gozoniega, de les que recoyimos un total de 198 nomes en Lluanco, 154 en Bañugues y 126 en Laviana y 48 n'Antromero. El 30% de los nomes coinciden pa les cuatro parroquies, pero tamién apaecen diferencies, y el 28% solo les usen en Lluanco, mentantes que'l 10% de les parroquies de Bañugues y Llaviana tienen nomes endémicos, y más del 5% de los d'Antromero nun se comparte colos demás llugares.

El trabayu da una amuesa de la riqueza del léxicu marineru gozoniegu. Los resultaos amuénsense nuna esbilla ordenada pol nome científicu siguiú pol nome patrón del nomenclátor de los seres vivos de Sabencia y, dempués, les voces recoyíes en Gozón, cola parroquia ente paréntesis (A: Antromero, B: Bañugues, L: Lluanco, Lv: Llaviana).



Carnaval (*Capros aper*)

- Alosa alosa*, xagüeta: arencón (L), xagüeta (L Lv)
- Ammodytes tobianus*, lanzón: pixilín (B L y Lv) llungarón/llongarón (B Lv), relanzón (L)
- Anguilla anguilla*, anguila: anguila (B L Lv)
- Argentina sphyraena*, corcón d'altura: cibieyu (A), corcón (A B L), xibieyu (Lv)
- Argyrosomus regius*, corvina: curvina (B L)
- Arnoglossus laterna*, rapapelu: soya (L), sueya (B L Lv)
- Arnoglossus thori*, rapapelu de puntos: sueya (B, L Lv)
- Aspitrigla cuculus*, golondru: golondru (B, L Lv)
- Atherina presbyter*, xibiellu: corcón (A L Lv), mirlotu (A B), xibieyu (Lv)
- Auxis thazard*, albacora: albacora (B L Lv)
- Belone belone*, aguya: aguya (Lv), chínfano (A L Lv), guya (B), pínfanu (A B L)
- Beryx decadactylus*, rei: perrei (L), pez rey (L)
- Blennius ocellaris*, babosu los cantiles: pixapu (A B L Lv), mormón (A)
- Lipophris pholis*, castrón: bruxa (L), pixapu (A B L Lv), mormón (A)
- Blennius sanguinolentus*, vieya: bruxa (L), pixapu (A B L Lv), mormón (A)
- Boops boops*, vieya: boga (A B L Lv)
- Brama brama*, boga: japuta (A Lv)
- Capros aper*, carnaval: carnaval (B L Lv)
- Centrophorus granulatus*, quielme: gata (B Lv), visera (L)
- Centrophorus squamosus*, quielme: gata (B Lv), visera (L)
- Cetorhinus maximus*, momu: momu (B L Lv), pezbobo (L)
- Chelidonichthys lucerna*, capellán: capellán (Lv), golondru (A B L Lv), pirlón (L)
- Chelon labrosus*, bogueru: muil (A B L)
- Chimaera monstrosa*, quimera: ratón (B L Lv)
- Ciliata mustela*, congria: barbada (B L), cabriella (L)
- Conger conger*, congriu: cóngaru (B L), congrio (A Lv), enguilo (L)
- Coris julis*, xulia: banderina (A), xulia (A B L Lv)
- Coryphaenoides rupestris*: ratón (B, L Lv)
- Dasyatis centroura*, bastaranga: chucho (L), estíngola/estíngula (B L Lv)
- Dasyatis pastinaca*, bastaranga: estíngola/estíngula (B L Lv)
- Deania calcea*, zapatu: gata (A B L)
- Dentex dentex*, dentón: dentón (B L), samartín (Lv)
- Dicentrarchus labrax*, roballiza: roballiza (A B L Lv), furagaña (roballiza pequeña, B L Lv)

-*Dicologlossa cuneata*, acedía: linguáu (B)  
 -*Diplodus annularis*, chupeta: feúcu (Lv), sargu (B) tena (L)  
 -*Diplodus cervinus*, pizcuervu: sargu/sargu (B L Lv)  
 -*Diplodus puntazo*, sargu picudu: sargu/sargu (B L Lv)  
 -*Diplodus sargus*, sargu picudu: sargu/sargu (B L Lv)  
 -*Diplodus vulgaris*, tena: sargu/sargu (B L Lv)  
 -*Dipturus batis*, raya sabliega: raya (L), rayón (B)  
 -*Dipturus oxyrinchus*, raya picuda: raya picona (B L)  
 -*Engraulis encrasicolus*, bocarte: bocarte (B L Lv), ome (L)  
 -*Epigonus telescopus*, farol: farol (L Lv), güeyón (L), pez perru (Lv)  
 -*Etmopterus spinax*, gata: gata (A B L)  
 -*Euthynnus alletteratus*, ralláu: bacora (L), rayao (L)  
 -*Eutrigla gurnardus*, pitanéu: capellán (Lv), pirlón/pirlón (B), pitaneo (L)  
 -*Gaidropsarus cimbrius*, barbada: barbada (A B L)  
 -*Gaidropsarus mediterraneus*, barbada costera: barbada (B L)  
 -*Galeorhinus galeus*, cazón: cazón (A B L Lv), tolla (L)  
 -*Galeus melanostomus*, baquía: bacha (B), baquía (L Lv)  
 -*Gobius cobitis*, escamón: escamarón (B L), pixapu (Lv)  
 -*Gobius niger*, escamón: escamarón (B L), escamón (L), pixapu (LVv)  
 -*Gobius paganellus*, escamón: escamarón (B L), pixapu (B Lv)  
 -*Helicolenus dactylopterus*, cabra llocha: cabra llocha (B L Lv)  
 -*Hoplostethus mediterraneus*, reló bermeyu: reló (B L Lv)  
 -*Hyperoplus lanceolatus*, llongarón: llungarón/llongarón (B), relanzón (L)  
 -*Isurus oxyrinchus*, marraxu azul: marraxu (A B L Lv)  
 -*Labrus bergylta*, botona: farragueta (B), mandiata (A B L), maragota (A Lv), pintu (A)  
 -*Labrus bimaculatus*, gayán: gayán (B L Lv), xuez (L)  
 -*Lamna nasus*, marraxu buxu: marraxu/marraxo (A B L Lv)  
 -*Lepidopus caudatus*, sable: sable (B L Lv)  
 -*Lepidorhombus boscii*, gallu: gallu/gallo (A B L), rapapelo (Lv), xueya (L)  
 -*Lepidorhombus wiffiagonis*, gallu nortiegu: gallo (L), rapapelo (Lv), xueya (L)  
 -*Leucoraja naevis*, raya escayuda: escayuda (L), raya (B)  
 -*Liza aurata*, muil de pinta dorada: muil (B), muil de xorra (L),  
 -*Liza ramada*, albugre: muil (A B L Lv), muil llimiegu (Lv)  
 -*Liza saliens*, muil de pinta cobriza: (B L Lv)  
 -*Lophius budegassa*, pixín aguarón: pixín aguarón (B L Lv)  
 -*Lophius piscatorius*, pixín: pixín (A B L)  
 -*Malacrocephalus laevis*: ratón (B L)  
 -*Melanogrammus aeglefinus*, agrafín: fañeca (L), xodión/jodión (B L Lv)  
 -*Merlangius merlangus*, ferretu: xodión/jodión (L)  
 -*Merluccius merluccius*, pescada: merluza (B L Lv), pijota (L)  
 -*Micromesistius poutassou*, abril: abril (A B L Lv)  
 -*Mola mola*, rueda: rueda (B L Lv)  
 -*Molva marcrophthalma*, pexepalu: congria (L), pex

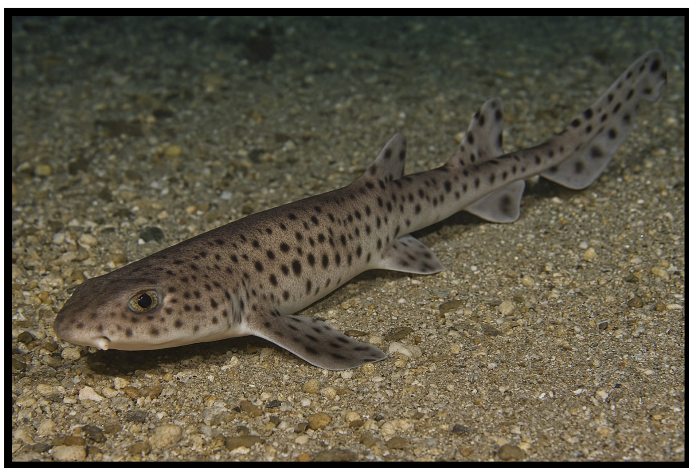
palo (B L Lv)  
 -*Molva molva*, moruga: merúa (L Lv), meruga (B)  
 -*Mugil cephalus*, muil: muil (B L), muil de roca (L)  
 -*Mullus surmuletus*, saramollete de ronchel: salmoneta (B L Lv)  
 -*Muraena helena*, morena: morena (B L Lv)  
 -*Mustelus canis*, tolla: cazón (Lv), tolla (L)  
 -*Mustelus mustelus*, tolla: cazón (Lv), tolla (L)  
 -*Myliobatis aquila*, estíngola: chucho (L), estíngola/estíngula (B Lv)  
 -*Naucrates ductor*, pámpanu: pámpanu (L)  
 -*Oblada melanura*, negrita: negrita (B L), pocha (Lv), tena (B)  
 -*Pagellus acarne*, aligote: aligote (B L), oyomol (Lv)  
 -*Pagellus centrodontus*: besugu: besugu (B L Lv)  
 -*Pagellus erythrinus*, pica: bazote (L), mazote (L), pica (A B Lv),  
 -*Pagrus pagrus*, rubiellu: rubiel (B L Lv)  
 -*Parablennius gattorugine*: pixapu: pixapu (L)  
 -*Paracentopristis cabrilla*, cabra: cabra (A B L Lv)  
 -*Pegusa lascaris*, llinguáu sabliegu: llenguáu/lenguao (B L Lv)  
 -*Petromyzon marinus*, llamprea: llamprea (B L Lv)  
 -*Phycis physis*, bertorella: barbada (B L Lv), barbada de piedra (B), barbada de roca (L)  
 -*Phycis blennioides*, llocha: barbada d'altura (B), barbada de sable (L)  
 -*Platichthys flesus*, soyu: sueya (B L Lv), xueya (B L)  
 -*Pleuronectes platessa* solla, soyu: sueya (B L Lv), xueya (B L)  
 -*Pollachius pollachius*, abadexu: abadexu (A B L Lv), ferrete (L)  
 -*Pollachius virens*, negru: carboneru (A B), ferrete (L)  
 -*Prionace glauca*, canía: canía (A B L Lv)  
 -*Raja clavata*, raya clavuda: raya (B L Lv)  
 -*Raniceps raninus*, barbada de los pedreos: barbada (A), barbada de pedreru (L),  
 -*Remora remora*, rémora: llamprea (L)  
 -*Rhinobatos rhinobatos*, guitarra: raya (B L Lv)  
 -*Salpa salpa*, soboga: soboga (B L Lv)  
 -*Sarda sarda*, xerra: sierra (B L Lv)  
 -*Sardina pilchardus*, sardina: sardina (A B L Lv)



Llamprea (*Remora remora*)

-*Sciaena umbra*, corvina prieta: curvina (B L Lv)  
 -*Scomber scombrus*, xarda: xarda (A B L Lv)  
 -*Scomberesox saurus*, alpabarda: paparda (B L Lv), potacarra (L)  
 -*Scorpaena porcus*, tiñosu velenosu: tiñosu (A B L Lv), xuez (B)  
 -*Scorpaena scrofa*, tiñosu: tiñosu (A B L Lv), xuez (B)

- Scorpaena ustulata*, riñón: tiñosu (A B L Lv), xuez (B)
- Scyliorhinus canicula*, riñón: pelao (L), riyón (A B L Lv)
- Scyliorhinus stellaris*, patarroxa: patarroxa (A B L Lv), riñón/riyón (L)
- Scymnodon ringens*, gata bruxa: gata (A B L Lv)
- Solea solea*, llinguáu: llenguáu/lenguao (B L Lv), rapapelo (L)
- Spondylisoma cantharus*, chopu: chopu (A B Lv), palmerina (A), pica (L), tena (L Lv)
- Sprattus sprattus*, trancha: chapla (L), lacha (B), trancha (Lv)



Patarroxa (*Scyliorhinus stellaris*)

- Squalus acanthias*, mielga: colín (L), mielga (B L Lv)
- Squalus blainville*, canquín: colín (L), mielga (B L Lv)
- Squatina squatina*, anxelín: estíngola/estíngula (L), pex ángel (B)
- Symphodus bailloni*, durdu: sarriana (L)
- Symphodus melops*, sarrianu: sarrianu (A B L Lv), zapatón (L)
- Symphodus tinca*, farragueta: farragueta (Lv), mandiata pinta (B), sarriana (L)
- Taurulus bubalis*, escarapochu: tiñosu (B L Lv)

- Tetrapturus belone*, aguya'l paladar: aguya'l paladar (B L Lv)
- Thunnus alalunga*, bonitu: bonitu (B L Lv), monu (B L Lv)
- Thunnus thynnus*, atún: bacora (L), bonita (B), bonitu (B L Lv), zurdu (B L)
- Torpedo marmorata*, formigón amarmoláu: stíngola/estíngula (A L), formigón (A B Lv)
- Torpedo nobiliana*, formigón prietu: estíngola/estíngula (A L), formigón (A B Lv)
- Torpedo torpedo*, formigón: estíngola/estíngula (A L), formigón (B Lv)
- Trachinus draco*, escorpión: escripión/esquirpión (A B L Lv)
- Echiichthys vipera*, pexegafu: escripión/esquirpión (A B L Lv)
- Trachurus trachurus*, chicharru: chicharru (A B L Lv), xurelo (L)
- Trachyrhynchus scabrus*: ratón (B L Lv)
- Trigla lyra*, escachu: escachu/escacho (A B L)
- Trigloporus lastoviza*, estudiante: golondru (B L Lv), pirlón (L)
- Trisopterus luscus*, fañeca: fañeca (B L Lv)
- Trisopterus minutus*, xodión: abadexu/abadexo (L), xodión/jodión (L)
- Umbrina cirrhosa*, verrugueta: verrugueta (Lv)
- Xiphias gladius*, peixe espada: aguya'l paladar (L), pez espada (B L Lv)
- Zeugopterus punctatus*, tapacón: escarpidor (Lv), sueya (L), tapacón (B)
- Zeus faber*, samartín: samartín (A B L Lv)

#### Referencies:

BARRIRUSO, E. (2002) Atlas de léxico marinero. RIDEA. ORTEA & DE LA HOZ (1979) Peces marinos de Asturias. Ayalga.



Samartín (*Zeus faber*)

# Anfibios anuros d'Asturies



sapu común ibéricu  
(*Bufo spinosus*)



sapu pintu  
(*Discoglossus galganoi*)



sapu parteru  
(*Alytes obstetricans*)



Xaronca de san Antón ibérica  
(*Hyla molleri*)



sapu corredor  
(*Epidalea calamita*)



Xaronca verde ibérica  
(*Pelophylax perezi*)



Xaronca patillarga  
(*Rana iberica*)



Xaronca cantábrica  
(*Rana parvipalmata*)

## Les egagrópiles

Ente los naturalistes les egagrópiles son perconocíes, pero pal públicu xeneral son unes auténtiques desconocíes. Nesti númberu vamos falar d'esti restu que regolden les aves y qu'ufren una bayurosa fonte de conocimientu.

El tubu dixestivu de les aves tien una adautación especial que-yos aida a procesar l'alimentu, la menezuela, asitiada dempués del estómagu glandular. Pa les aves (lo mesmo que pa nós) hai partes del alimentu que nun son dixeribles. Nós espulsámoslas vía rectal, pero elles acumúlenles na menezuela. L'enquiz ta en que nós tenemos dientes que mazquen la comida, polo que crucia'l tractu intestinal ensin mancanos, les aves nun tienen dientes, y tienen tragar l'alimentu tal cual. Asina nantes como pelo, plumes, güesos, quitina d'exoesqueletos d'inseutos, vexetales y un llargo etcétera van axuntándose na menezuela. Ellí van comprimiéndose, formando una masa qu'al so debíu tiempu l'ave va regoldar.

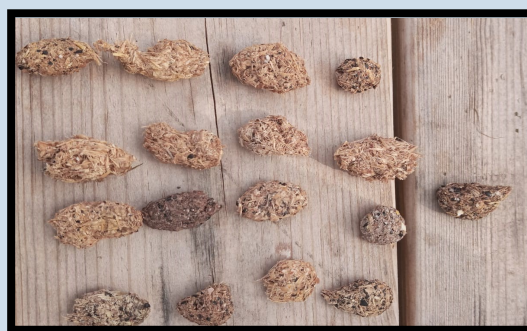
Cuidáu, regoldar nun ye vomitar. Esti actu ye natural y voluntariu, mentantes que'l vómitu prodúzse de forma involuntaria y fortuita por motivos ajenos al procesu natural de la dixestión.

Hai aves que nun tienen menezuela, pero tamién producen egagrópiles. Mesmamente'l grupu paradigma, les curuxes, nun la tienen, quiciá por eso producen les egagrópiles más interesantes, porque "muelen" menos l'alimentu.

Como dixé, llegao'l so debíu tiempo l'ave regolda les nantes en forma d'egagrópila, que nun ye otra cosa qu'esa masa de materia ensin dixerir acumulada. Na menezuela nun tien forma definía, la forma gárrala al pasar pel esófagu, d'ehí les diferencies de tamaños y formes ente les egagrópiles de diferentes especies, esófagos grandes formarán egagrópiles de mayor gordor que los de especies pequeñes, ye un fechu perimportante a la hora de tratar d'identificales.

Col envís d'aidar a la espulsión les egagrópiles salen impregnaes d'una mucosa, qu'además da-yos consistencia. Ye por tanto una señal inequívoca de que una egagrópila ye fresca.

La forma ta determinada, amás de pol diámetru



Egagrópiles de pega recoyíes debaxo d'un dormideru iverniegu de la especie. Un análisis detalláu d'elles úfrenos la oportunidá de conocer la dieta de la especie.

del esófagu, por otros fautores, como por casu la especie, dalgunas producen egagrópilas llargues acabaes en picu, mentantes qu'otres son de forma esférica. La so composición tamién ye determinante, la consistencia ta determinada polo que comió l'ave, asina les de curuxa común son más compautes si tienen pocos güesos y muncho pelo, pero cuando tán formaes por güesinos pequeños desfaense perfácil.

No tocante a la producción d'egagrópiles depende muncho de la especie, de lo fartona que seya y la dómina del añu, anque en xeneral ta acutáu que echen dos egagrópiles por día. Éstes rególdenles nos posaderos y dormideros, o n'otros llugares au descansen. Tamién en momentos d'estrés pueden regoldar, anque nesti casu podemos dicir que les "vomiten".

La consistencia y aspectu de les egagrópiles depende de la capacidá de dixestión que tea la especie. La capacidá de los xugos gástricos pa dixerir camuda d'un grupu a otro, por casu, el pH de los xugos de les aves rapiegues diurnes ye más ácedo (pH=1,5) que'l de les nocherniegues (pH=2,5), esto permite-yos dixerir la mayor parte de los güesos, polo que cuasi nun los

vamos atopar ente les nantes (a esto sumase-y el fechu de que nun traguen les preses grandes enteres, sinón a cachinos, escoyendo les partes blandes y ensin güesos grandes), mentanes que nes de les curuxes atopamos bayura güesos. Existe diferencia tamién na la acidez de los xugos de los adultos y los xóvenes, siendo mayor la d'estos últimos.

Dalgunes especies de rapiques diurnes y nocherniegues inxeren materia vexetal col envís de ayudar a la formación de la egagrópila. Otres traguen piedriquines (gastrolitos) que tienen la misión d'ayudar a triturar l'alimento na menezuela, esta práutica ye común en dalgunes aves talas como los paseriformes, n'otres especies nun ye tan común, pero hai vegaes que pasa.

El tipu d'alimentu tamién importa, existen dellos desechos que vamos atopar dafechu, el pelo y la quitina son indixeribles, tamién el plásticu y otre nantes artificiales que con tanta frecuencia atopamos nes egagrópiles de córvidos y gaviotes. Polo tanto, nun van a ser igual la composición de dos egagrópiles de cuerva común, una formada por exoesqueletos de coleópteru, y otra polos nicios d'una fartura nel cubu la basura.

Vamos averanos a dellos exemplos d'egagrópiles y la información que podemos atopar analizándoos.



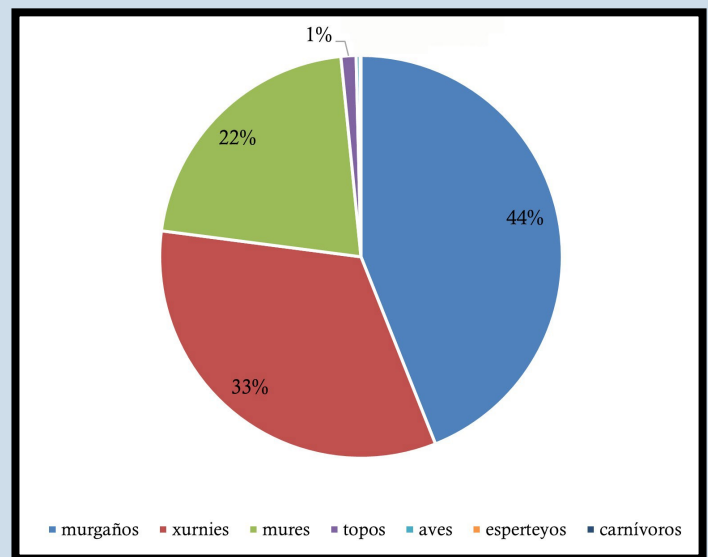
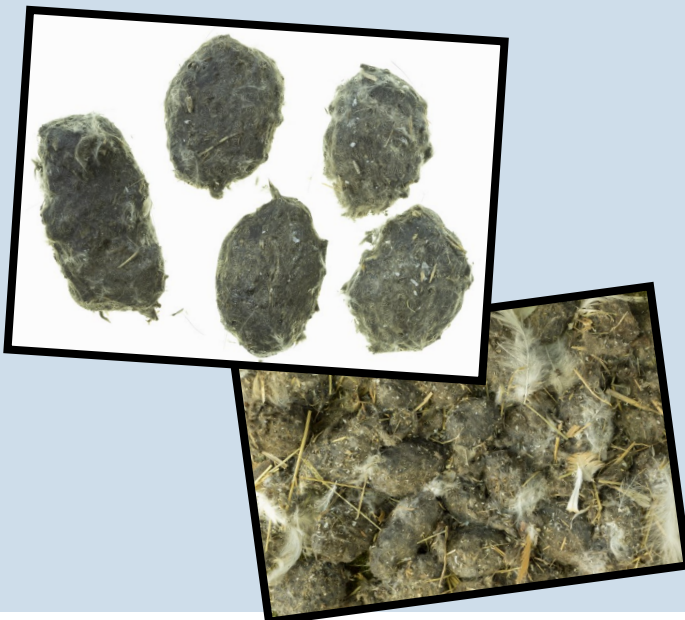
Acúmulu d'egagrópiles pervieyes de curuxa, reducíes a una montonera de güesos.



Cola identificación de los cranios y mandíbules qu'hai nes egagrópiles de curuxa, podemos llegar al ras d'especie de les especies que comió. Na semeya, craniu de murgaño tricolor (*Sorex coronatus*).

### La curuxa común (*Tyto alba*), el paradigma

Esta especie regolda unes de les egagrópiles que más información ufren al investigador, por eso munchos de los estudios sofítense n'elles. La información que dan nun solo fala de lo que come la especie, sinón, por exemplu, informa de la fauna de micromamíferos qu'hai nel territoriu, incluso la so densidá.



Depués d'analizar miles d'egagrópiles de curuxa n'Asturies obtuvimos el percentaxe de caúna les preses que depreda. La curuxa sofita la so dieta en murgaños, xurnies y mures, más aportes esceicionales d'aves, esperteyos y papalbines.

## Insectos n'egagrópiles

Ún de los recursos tróficos que más consumen les aves son los insectos. Los sos restos van apaecer nes egagrópiles de les especies que los consumen, y en munchos casos vamos ser quién a identificar esos nicios pudiendo llegar a una identificación a ras de xéneru o especie.



Los aparatos bucales de saltaprados son carauterísticos.



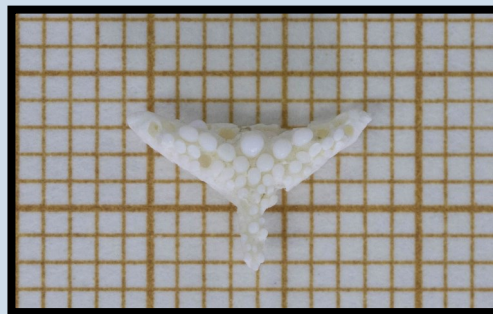
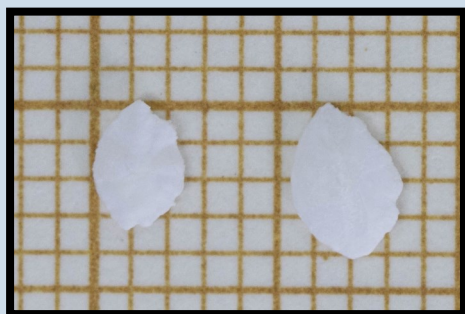
Egagrópila de tubeca europea (*Otus scops*) con restos d'insectos, el sofitu de la so dieta.



Parte de diferentes coleópteros: élitru de *Carabus lineatus* y cabeza de *Rhynchophorus ferrugineus*.

## Pexes

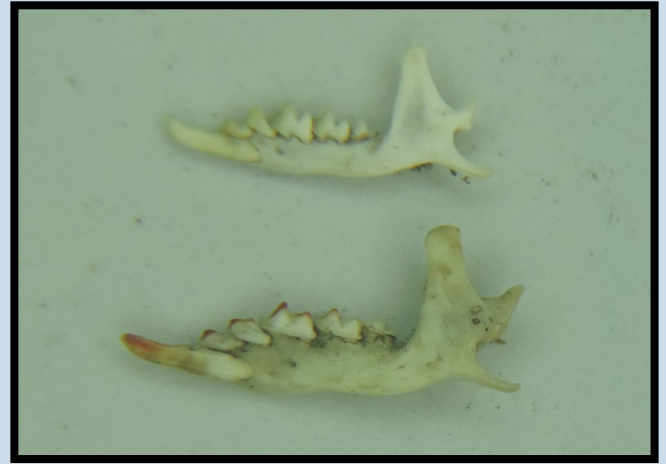
Nes especies piscívores atopamos dos tribes de estructures que valennos pa identificar los pexes de los que s'alimenten. Estes son: los otolitos son pequeños cristales de carbonatu calcicu que tán nel oyíu, y tán venceyaos con sentíu del equilibríu, y los dientes farínxeos, son pieces bucales de forma carauterística. Dambos sirven pa clasificar los diferentes xéneros y especies de pexes.



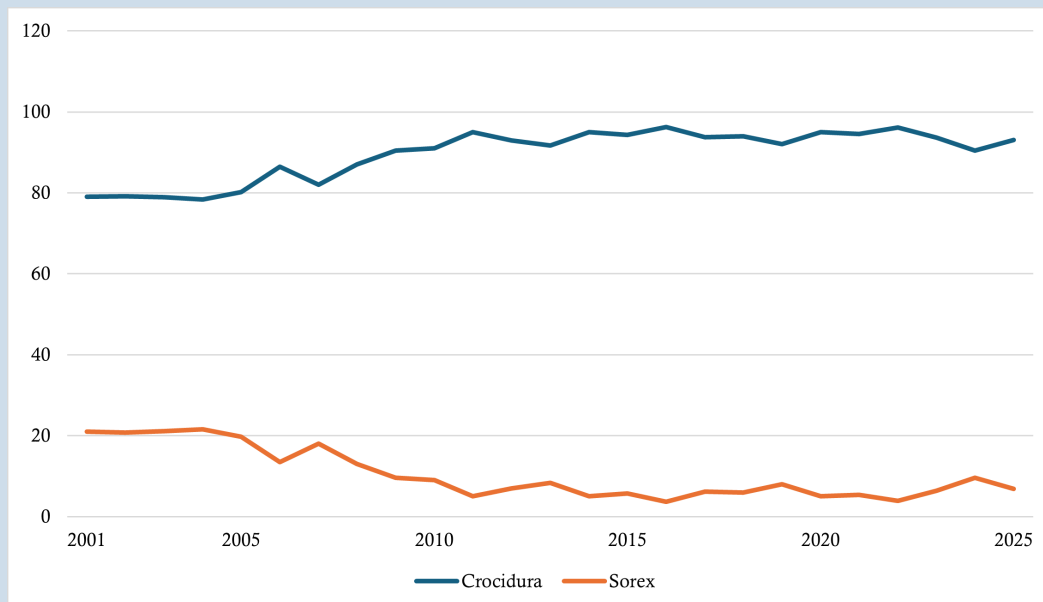
Otolitos (manzorga) y diente farínxeu (mandrecha) de pexes. Semeyes de David Álvarez Fernández.

## Datos indirectos de los egagróviles

Estudiando los huesos y otros restos que atopamos en los egagróviles podemos inferir datos de las poblaciones de especies presa. Por caso, desde 2001 venimos estudiando la dieta de la curuxa común (*Tyto alba*) nel conceyu de Gozón. Nestos 25 años vinimos observando cambios na frecuencia d'aparición de los murgaños de los xéneros *Crocidura* y *Sorex*. Vemos na gráfica como la proporción de ambos xéneros camudó a lo llargo'l tiempu, con una cayía del porcentaxe d'exemplares del xéneru *Sorex* respectu a *Crocidura*.



Na semeya, mandíbules inferiores de murgaños del xéneru *Crocidura* (arriba) y *Sorex* (abaxo, con cúspides tiñies de bermeyu).



## Inquilinos

Lo que otro nun quiere otro lo desea, y aunque los egagróviles son desechos, hai otros seres que pueden sacar provechu. Mesmamente les d'aves rapiegues que cacen mamíferos con pelo suelen tar infestaes de llarves de lepidópteros nocherniegos, nes imáxenes vemos les cutícules de les crisálides y un exemplar de *Trichophaga tapetzella* que atopamos n'egagróviles de peñerina común (*Falco tinnunculus*).

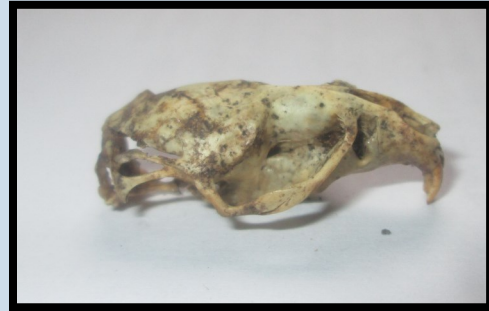


## Cranios de preses

Sobre tou nes egagrópiles de curuxa común topamos cranios enteros de les especies sobre les que depreda: mures, murgaños, páxaros, anfibios. Al estudar éstos na mayoría los casos podemos llegar a conocer la especie concreta, danos una información perinteresante sobre la población llocal d'esas especies.



Murgaño tricolor (*Crocivura russula*)



Xurnia agreste (*Microtus agrestis*)



Esperteyu de ferradura (*Rhinolophus ferrumequinum*)



Mustadiella paleártica (*Mustela nivalis*)



Pardal común (*Passer domesticus*)



Topu ibéricu (*Talpa occidentalis*)



Sapu común ibéricu (*Bufo spinosus*)

## El llaberón

Sabencia (autor Bertu Ordiales)

El monte ta teñiu de verde, esi ye'l color que lu define, el de la clorofila. Y too paez que l'organismu que compartu dichu color va pasar más despercibíu que'l qu'amuese otros, pero nun tien porqué ser asina. De fechu, el llaberón tien tantos sinónimos que ye evidente l'atraición qu'efectúa.

### La especie

El llaberón pertenez al xéneru *Helleborus*, términu griegu del que nun hai una esplicación certera. Pa dalgunos autores supónse que significaría 'comida pa venaos', pa otros 'yerba que fai morrer' aludiendo al so calter tóxicu. N'Asturies hai dos especies pertenecientes a esti xéneru: el llaberón fétidu (*Helleborus foetidus*) y el llaberón verde (*Helleborus viridis*).

Dambes dos son especies de base lleñosa y d'un altor d'hasta 80 cm. Les fueyes, lo más carauterístico, son palmiaes y con unos llargos pecilos serraos d'un verde mui escuru y flores, tamién, verde claro, con cinco sépalos que miren al suelu. El llaberón verde tien les flores verdes, como diximos, les del fétidu tán tiñies de rosa na punta.

Manifiesta preferencia polos suelos caliares en llugares solejeros.

### El nome

A pesar del so color verde, el llaberón ye una planta llamativa pola disposición foliar. Poro, n'Asturies bauticémos al llaberón de munches formes. Pal oriente conocémoslu como berimiu, llombriguera y llabera, como tamién en Riañu y Los Argüeyos en Llión. Pal occidente pitallón, fediondu, mexacán, yerbunegru, llabera y llabeirón, igual qu'en Palacios del Sil, Babia y L.laciana. Pel centru hai nomes como callón, patallobu, pitallón, pitón, etc.



Montaxe qu'amosa les dos especies qu'afiquen n'Asturies, a manzorga el llaberón verde y a mandrecha el fétidu.

El nome más estendíu paez ser llabera. Diz García Arias (2018) que podría ser un posible continuador d'*helleborus*, al traviés del llatín *elleborum*. Sicasí, en castellán tamién esiste'l términu llavera y botánicos como Font

Quer (2010) xustificuenlo asina: “porque abriendo sus flores por Navidad, es como heraldo del año venidero”; esto ye, qu’al ser de les primeres flores en biltar anuncien la nueva primavera y, por tanto, son la llave que pieslla l’iviernu y abre l’aniciu del bon tiempu.

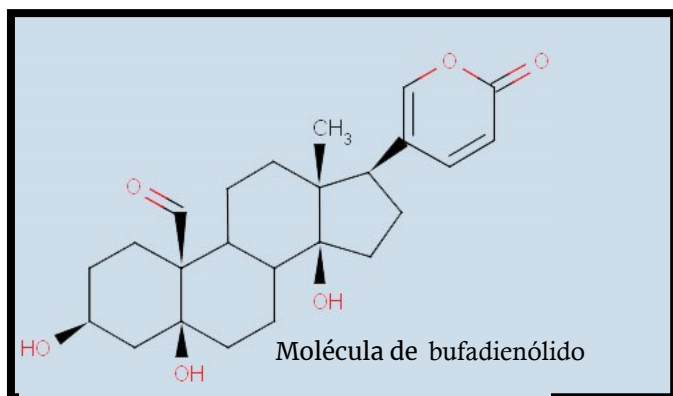
### Usos del llaberón

Al tocar el llaberón decatámonos darréu que despriende un horripilante fedor, ye la certificación de que ye planta tóxica. Los animales nun lu comen. Pero como enantes s’espiculaba p’aprovechar al máximu lo que la naturaleza ufiertaba, el llaberón sirvió pa varies aplicaciones.

En castellán foi promotora del nome d’*hierba de ballesteros*, por usar el so zusmiu pa emponzoñar les fleches y dañar más al oponente o a la presa. Como asina tamién resultaba si s’echaba la planta entera na camera del ganao pa que nun salieren guxanos, d’onde surdió’l nome de llombriguera.

La raigonera en polvo dábase-yos a los animales domésticos –pites, gochos, oveyes– contra munches enfermedaes, aunque’l so usu ye mui peligrosu (Lastra 2003). A los équidos afectaos pol muermu, enfermedá típica d’estos animales causada pola bacteria *Burkholderia mallei* con proliferación de nódulos y ulceraciones nel tractu respiratoriu superior y pulmones, metíase-yos una cañina a costafecha pela piel pa qu’espulsaren el mal supurando (Pardo 2004).

Finalmente, como se persabía que sometiendo la planta a alta temperatura les propiedaes tóxicas quedaben anulaes, un manoyu de llaberón valía pa tresnar una escoba cola que barrer el fornu d’amasar y, de pasu, desinfectalu.



### Toponimia

Anque ye una planta suficientemente conocida, nun foi capaz de promover topónimos. Probablemente contribuyese en contra d’ello la baxa densidá cola que se ven, esto ye, nun suelen crear estenses formaciones, más bien se ven disperses pelos caminos. García Arias (s.f.) alcuentra un topónimu deriváu d’esti xéneru: El Llaberu (Uv).

### Toxicidá

Gracies a los avances científicos, el calter tóxicu de les plantes va siendo adulces descubiertu. Lo qu’enantes quedaba enzarrao nun extractu misteriosu obteníu de les plantes por diferentes medios, agora persabemos los compuestos químicos que lu conformen.

La toxicidá del llaberón atópase nunos componentes esteroideos conocíos en conxuntu como bufadienólidos (llamaos asina por atopase tamién nel venenu de los sapos –*Bufo* spp.–). Básense nuna complexa molécula de ciclopentanoperhidrofenantreno formada cinco aniellos carbonataos. Como vimos, el so efeutu nos organismos animales ye negativu, pudiendo desencadenar una aición tonificante nel corazón que pue conllevar a la muerte del individuu y nes cabañes ganaderes (Steyn 1998).

Pela cueta, los bufadienólidos revelen actividá antitumoral, demostrándose qu’inhiben l’espolletamientu de varios llinaxes de células canceríxenes humanes por inducibles a l’apoptosis, procesos internos nuna célula qu’empobinen a la so muerte (Soares 2013).

### Referencies

- FONT QUER, P. (2010): *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*, Península. (Trabayu orixinal publicáu en 1961).
- GARCÍA ARIAS, X. Ll. (2018): *Diccionariu Etimolóxicu de la Llingua Asturiana* (DELLA), Universidá d’Uviéu, Academia de la Llingua Asturiana.
- LASTRA MENÉNDEZ, J. J. (2003): *Etnobotánica en el Parque Nacional de Picos de Europa*, Ministerio de Medio Ambiente.
- PARDO DE SANTAYANA, M. (2004). *Guía de las plantas medicinales de Cantabria*, Librerías Estvdio. Santander.
- SOARES, B. M. (2013): *Hellebrigenina, um bufodienolídeo com potencial ação compatível de inibidor catalítico da Topoisomerase II*. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Medicina, Fortaleza. Brasil.
- STEYN, P. S. & VAN HEERDEN, F. (1998): *Bufadienolides of Plant and Animal Origin*, Stellenbosch University. Sudáfrica.



## *Alca xigante*

*El pingüín d'Europa, y d'Asturies*

*por Bertu Ordiales*

“**L**es roques taben anubrías d’araos y ellí taben los *geirfugles*... Caminaben selemente. Jón Brandsson averóse adúlces colos brazos abiertos. L’ave que Jón atrapó metióse nun requexu, pero la mía empobinó al borde del cantil. Caminaba como un home... pero movía les pates rápido. Atrapéla cerca’l borde, un cairón de munches braces de fondura. Les ales taben pegaes a los llaos, ensin estendeles. Agarrélu pel pescuezu y batió les ales. Nun glayó. Afoguélu.”

Sigurðr.

### La especie

L’alca xigante (*Pinguinus impennis*), pingüín o *geirflugl* ye una especie estinta d’ave non esnaladora que surdió va unos 400.000 años y s’estinguíó a mediaos del sieglu XIX. Pertenez a la familia de los álcidos (*Alcidae*), onde tamién atopamos el pitornu común (Alca torda), l’aráu común (*Uria aalge*) o el gallu marín (*Fratercula arctica*).

Teníu un tamañu d’unos 85 cm y pesaba alredu de 5 kg, lo que lu convertía nel álcidu más grande que sobreviviera hasta la edá moderna. El plumaxe taba teñíu de dos colores. Pela cabeza, espalda, ales y pates, negro; pel pechu y, nos güeyos, dos manches circulares, blanco. Estos dos círculos oculares amestábense nuna banda blanca mientres l’iviernu. A pesar de tener dos ales, estes sólo midíen 15 cm, tarazando la opción d’esnalar del ave. Les pates sólo-y permitíen un desplazamientu bípedu y torpe per tierra, pero en mar yera un estrordinariu merguyador que recordaba los movimientos gráciles y vertixinosos d’animales mamíferos como foques o tolines. Vivía ente 20 y 25 años.

L’alca xigante añeraba en colonies mui trupes y sociales, poniendo un güevu de 400 g sobre roca desnudo. El güevu yera blancu con vetes marrones variables. Na incubación participaben los dos padres. Cuando eclosionaba, el pitu abandonaba’l ñeru nunes tres selmanes, anque los padres siguíen atecándolu.



Área de distribución en 1855, los puntos mariellos son les colonies d’añerada. CC BY-SA 2.0



Alca xigante y réplica d’un güevu el Museo y galería de arte Kelvingrove, Glasgow CC BY-SA 2.0

### Distribución y hábitat

L’alca xigante vivía nel Hemisferiu Norte, principalmente nel agua frío del Atlánticu Norte: Canadá, noreste d’Estaos Xuníos, Noruega, Groenlandia, Islandia, Bretaña, Francia y península ibérica. Hai restos fósiles incluso en Marruecos, na cueva d’El Harhoura 2 (Carzola s.f.).

Abandonaba l’agua pa dir a tierra sólo a reproducise. Anque tenía un ampliu área de distribución, les colonies allugábales nos territorios más septentrionales. Pa ello, escoyía islles rocoses con costes inclinaes, playes y plataformes d’abrasión que proporcionasen un asequible accesu a la mar. Esta condición fai suponer a los espertos que tuvieran mui pocos llugares de reproducción. Nesos asitiamientos, teníen per pocos predadores, atopándose ente ellos osos polares y grandes mamíferos marinos como la orca. L’home foi’l mayor depredador.

Efectuaba migraciones estacionales, nel cursu de les cuales los miembros d’una colonia axuntábense

pa un llargu periplu marítimu. Pela seronda, empobinaba pal sur, y tornaba pal norte na primavera. Pel iviernu frecuentaba les costes europees, descendiendo hasta los llugares más sureños enantes mencionaos.

El beneficiu de ser un bon nadador, impulsándose coles pequeñes ales baxo l'agua, permitíalu merguyase a fondures d'hasta 75 m. Alimentábase prioritariamente de xágalu atlánticu (*Brevoortia tyrannus*) y capelán (*Mallotus villosus*), pero tamién de bacaláu (*Gadus morhua*) y ciclópteros.

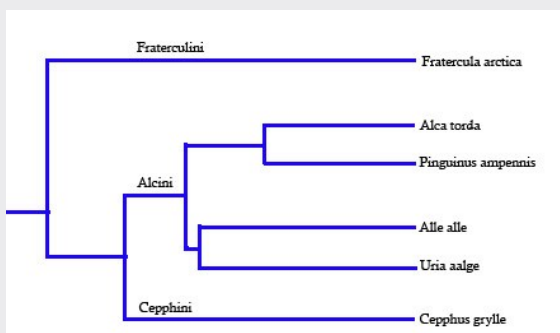
### La etimoloxía

La nomenclatura científica determina esta especie nel xéneru *Pinguinus*, d'onde deriva l'asturianu pingüín. Esta voz atópase por primer vez n'inglés (*penguin*, 1578) y dáse-y un inciertu orixe nel llatín *pinguis* 'gordu' n'alusión a la forma rechoncha del ave pola acumulación de grasa. Otra versión faila derivar del galés *pen gwyn* 'cabeza blanca', pero hai la dulda pa dellos espertos de que'l color que más resalta na cabeza d'esta ave ye'l negru. El términu noruegu *geirfugl* significa 'ave puntiada'.

La nomenclatura científica de la especie ye *Pinguinus impennis*, onde *impennis* espresa 'sin ala', en clara alusión a la incapacidá del ave d'esnalar.

Esti pingüín del hemisferiu norte ye'l que se conocía hestoricamente. Cuando los esploradores europeos descubrieron los del hemisferiu sur y observaron la semeyanza col alca xigante nun duldaron en pone-yos el mesmu nome de pingüín, anque nun ten estrechamente emparentaos y l'anatomía fuese por converxencia evolutiva. Los del hemisferiu sur pertenecen a la familia *Spheniscidae*.

El nome más recién d'alca tómalu por ser un álcidu. Los datos xenéticos actuales amuesen que los parientes más próximos son el pollu marín (*Alle alle*), el pitorru (*Alca torda*) y l'aráu común (*Uria aalge*).



Venceyu taxonómicu del alca xigante coles especies d'álcidos presentes n'Asturies. Sofitáu en Smith & Clake (2014).

### Los datos prehistóricos

Hai varios rexistros fósiles d'alca xigante qu'ufren datos incluso del aprovechamientu d'esti ave por parte de los neandertales. Hai güesos d'alca bien

llimpios a la vera de les fogates y dibuxos en diferentes cueves.

Xacimientos paleolíticos peninsulares o cercanos nos que s'alcontraron escatafinos d'alca xigante son Figueira Brava (Sesimbra, Portugal), Cueva de Furninha (Peniche, Portugal), Nerja (Málaga, España), Gorham (Xibraltar, Reinu Xuniu) o Arene Candide (Liguria, Italia), ente otros. Sobre les figuraciones, sólo les pintures de Cosquer (Marsella, Francia), que representen tres alques en movimientu, son clares. Nos grabaos d'El Pendo (Cantabria, España) y Paglicci (Foggia, Italia) tán representaos animales en posición estática, y anque les proporciones de la cabeza, picu y cuerpu coinciden coles d'esti animal, les ales nun se distinguen del cuerpu, quedando un mínimu de dulda (Serangeli 2001).



Posible pintura rupestre d'alca xigante na cueva de Cosquer, Francia.

### Hestoria d'una estinción

Siendo especie conocida dende tiempos inmemoriales, la caza del alca xigante nun se detenía. Al ser un animal patosu en tierra yera fácilmente prindable. La carne valía como alimentu –anque dicen que nun tenía bon tastu– y cebu pa pescar; les plumes como rellenu d'almuhaes. El tamañu de los güevos yera un perbon aporte alimenticiu.

Con estes premises, foi como pasó de ser un ave presente y ubicua en munchos llugares del hemisferiu norte a ser un ave cada vez más rara. Díciase que marineros y esploradores nun s'esmolecíen pola bodega ensin llenar de les embarcaciones yá qu'una parada en cualquier llugar valía p'abastecese de carne y, sobre too, güevos. De fechu, como l'alca xigante nun podía trepar poles paredes verticales, los marinos conservábenlos reuniéndolos en corrales construyíos con piedres. En 1534, el capitán Jacques Cartier contó que la so tripulación mató más d'un millar d'exemplares nun día nun llugar de la costa norteamericana.

Según diben pasando los años, la población amiyaba ensin remedi. De fechu, cuando en 1758 describió Linnaeus la especie señaló "habitat in mari Norvegico rarius" (habita raramente nos mares noruegos).

Ún de los motivos de la so esapaición foi la nula estima que se tenía por ellos. En 1794 Aaron Thomas describe: “Si vienes poles plumas, nun tomes la molestia de matalos, sinón que garres ún y arrínques-y les meyores. Lluéu dexes al probe pingüín al debalu, cola piel semidesnuda y arrincada, pa que muerra al so petite. Esti nun ye un métodu mui humanu, pero ye la práutica común. Mientres permaneces nesta islla, prautiques constantemente horribles crueldades, pues nun sólo los despelleyes vivos, sinón que tamién los quemes vivos pa cocinar los sos cuerpos. Llevas una pota onde metes unu o dos pingüinos, priendes fueu debaxo, y esti fueu ta fechu colos propios pingüinos. Los sos cuerpos, al tar aceitosos, aína producen una llapa; nun hai lleña na islla”.

Sobre 1800 les visualizaciones diben reduciéndose y ciñéndose adúlces a la zona d’Islandia, onde caltenía zones con tovía relativa densidá, como la islla de Geirfuglasker, mui cercana a la costa. Sicasí, nes Guerres Napoleóniques –ente 1803 y 1815– dos barcos arribaron a Geirfuglasker a aprovisionase de carne. El primeru en 1808, el segundu en 1813, al mandu del capitán Peter Hansen, capturando cientos d’aves y güevos. Y la mala suerte paeció cebase col alca. Esi mesmu llugar de Geirfuglasker sufrió al poco, en 1830, una erupción volcánica submarina que fizo esapaecer la islla pa siempres baxo l’agua, engullendo varios otros castros de la rodiada qu’agospiaben centenares de pingüinos xigantes en total. Los escasos individuos que sobrevivieron tuvieron que desplazase a Eldey, un castru más pequeñu y menos afechiscu pa la reproducción de la especie.

Col tiempu, la rareza del alca fizo que se valorara más ente los coleccionistes europeos, que pagaben auténtiques cantidaes por obtener un exemplar, un cachu de piel, un güevu o lo que fuera. En 1840 yá había contaos avistamientos del ave, sólo en San Kilda (Escocia) y n’Eldey. En San Kilda capturóse esí mesmu añu’l caberu alca xigante avistáu en Reinu Xuníu. Dicen que lu capturaron vivu y lu caltuvieron con vida tres díes, hasta qu’una tormenta persuadiólos a creer que l’ave yera una bruxa y causante de la mesma, polo que resolvieron matalu.

N’Eldey, con sucesives estraiciones, el castru foi poco a poco perdiendo población: en 1830 retiraron 20 aves, en 1831 foron 24, en 1834 otres 9... más los güevos qu’atropaben pelos niales. Hasta qu’en 1844 tuvo llugar el caberu episodiu. Un comerciante llamáu Carl F. Siemsen, de Reykjavik, convenció a unos pescadores a realizar una cabera esploración per Eldey porque escuchara qu’en Dinamarca ofrecíen 100 coronas por un únicu pelleyu d’alca que pudieran atopar. L’aventura realizóse’l 3 de xunu. Allugáu a 13 km de la península islandesa de Reykjanes una chalupa partió p’hacia Eldey con cuatro homes. El castru, que tien forma de cubu y ta formáu por toba estratificao, pertenez a la dorsal mesoatlántica y tien 77 m d’altor y complicaos cantiles p’acceder a la plataforma superior de namás 3 hectárees. Mientres los homes trepaben, vieron dos alques posaes ente innumberables aves rupícolas, y darréu persiguiéronles. Sabíen que sólo teníen qu’averase adúlces, ensin mete-yos mieu, por que yeren unos páxaros confiaos. Pero amás que vieron a los invasores, les alques corrieron cola cabeza irguía y les



Castru de' Eldey. Autor: Wiepek in Googlemaps.

pequeñes ales estendíes. El temor yera a que s’aventaren al mar y tuvieren qu’esperar, si ye que lo facién, a tornar, pero tuvieron suerte. Nun emitieron nengún glayíu d’alarma y moviendo les patuques, avanzaben a la velocidá qu’un home pue caminar. Colos brazos espurríos, un tal Jon acorraló a unu nun requexu, onde pronto lu prindó. Otros dos homes, Sigurðr y Ketil, persiguieron al segundu, que lu prindaron cerca del cairón del cantil de varios metros de fondura, col agua xusto debaxo. Entós, regresaron a la plataforma inclinada onde taben les aves inicialmente y vieron un güevu sobre la llábana volcánica. Recoyéronlu, pero al ver que taba frayáu, dexáronlu en suelu (Grieve 1885). Cuando tornaron a Islandia vendieron los exemplares yá muertos a Christian Hansen y esti al apotecariu de Reykjavik Herr Möller.

De magar pasó esa fecha yá nun hebo contactu dalgún y los pocos avistamientos qu’hebo foron duldosos. Namás se contrastó unu en 1852 nos Grandes Bancos de Terranova. N’abril de 2012, presentóse por sorpresa nel Gullfest de Vardø (Noruega) un alca xigante abatíu na cercana islla d’Hornøya a principios del sieglu XX. Según los ornitólogos, taríamos énte’l caberu exemplar d’esta especie.

### L’alca xigante n’Asturies

Sólo hai documentaos restos óseos nel xacimientu d’El Campu Valdés (Xixón) (Petit 2017) dataos nel sieglu IV d.C. Tienen la particularidá de ser los más serondos de tolos rexistraos n’Iberia, polo que podemos dicir que la parte de la península onde l’alca xigante se vio probablemente por cabera vez foi n’Asturies.

Otres dos cueves más tienen rexistros de güesos na faza cantábrica, como son Picu Ramos (Vizcaya) y Herriko Barra (Guipuzcoa). Dambes dos tan fechaes con mayor antigüedá, como 5900/4800 años BP y 6000/5000 años BP respetivamente.

La detección d’estos restos nun amuesa sólo que les aves teníen la península como zona d’expansión, supónse que tamién de reproducción. Na revista Alauda del añu 1999 C. Mourer-Chauvier reseña nel so artículu “Influence de l’homme préhistorique sur la répartition de certains oiseaux

marins: L'exemple du grand pingouin *Pinguinus impennis* qu'hai evidencies de que tovía nel Holocenu se reproducía na costa Cantábrica (Pérez de Ana 2025).

### L'alca xigante anguaño

A pesar de ser especie de recién estinción, sólo hai 78 pieles d'alca xigante conservaes, 75 güevos y 25 cadarmes completes, anque hai milenta güesos per diferentes museos del mundu, especialmente Reinu Xuníu y Dinamarca, pero tamién Bremen, Los Ángeles (Estaos Xuníos) o Bélxica.

L'afán por recaldr restos d'alca aportó a tal puntu que los taxidermistes espertos començaron a realizar falsificaciones. Como exemplu tenemos el Muséu de Darmstadt (Alemania), que s'arguyeció demientres munchos años de la posesión d'un alca xigante diseáu, hasta que tres un esame eshaustivu descubrióse que yeren plumas de dalgunes variedaes pequeñes d'alca, nenguna rara, y axuntaes pa constituyir l'alca xigante. Sólo'l craniu yera xenuín, d'un exemplar de la islla de Funk.

### Conclusiones

La hestoria del alca xigante recuérdanos la del dodo (*Raphus cucullatus*), probablemente más conocida anque mui llonxana nel territoriu. Dambes dos compartieron el ser especie aviar incapaz d'esnalar, de grandes y apetitosos güevos y carne abundosa. La patosidá nel desplazamientu terrestre y el calter dócil y faltu d'agresividá ficieron d'ellos presa fácil qu'acabó por llevalos a la estinción.

Dizse que probablemente l'alca xigante tuviere él mesmu camín de la estinción polos estrictos requisitos ecolóxicos que recesitaba y la complicada bioloxía de sólo un güevu por puesta. Y que foi col home cuando entamó a esplotalu sistemáticamente a partir de 1500 cuando entainó dichu procesu (Ugarte & Hernández 1995). Otros autores cuestionen esta hipótesis y baraxen la presión antrópica como la única responsable de la estinción, igual que'l dodo.



Xunto a l'alca xigante y el dodo, apaecen otres especies d'aves desaniciaes por mor de la mano'l ser humanu: palombu migrador (*Ectopistes migratorius*), pericu carolín (*Conuropsis carolinensis*), picu de marfil (*Campephilus principalis*), curuxa ridora (*Sceloglaux albifacies*) y el mohu hawaianu (*Moho nobilis*).

### REFERENCIAS:

- CAZORLA, C. E. S. (s.f.). *Pinguinus impennis en el mar de Alborán*.
- GRIEVE, S. (1885). *The great auk, or garefowl*. Edimburgu. Dixitalizao por Google.
- PÉREZ DE ANA, J. M. (2 de setiembre de 2025). *Alca gigante, la historia de su extinción*. <https://marismasdesantona.blogspot.com/2014/01/alca-gigante-la-historia-de-su-extincion.html>
- PETIT, L. G. (2017). *La explotación de las aves en época romana en la península Ibérica*. *Archaeofauna*, 26, 53-65.
- SERANGELI, J. (2001). *La zona de costa en Europa durante la última glaciación. Consideraciones al análisis de restos y representaciones de focas, cetáceos y algas gigantes*. *Cypsel: revista de prehistòria i protohistòria*, 123-136.
- SMITH, N.A. & CLARKE J. (2014) *Systematics and evolution of the Pan-Alcidae*. *Journal of Avian Biology* 46 (2).
- TURCÓN - Ecologistas en Acción (2 de setiembre de 2025). *Exterminio: el Alca gigante*. <https://turcon.blogia.com/2004/111501-extermio-el-alca-gigante.php>
- UGARTE, P. M. C., & HERNÁNDEZ, F. J. (1995). *Estudio de la fauna de aves de la cueva de Pico Ramos (Muskiz, Bizkaia)*. *Munibe Antropologia-Arkeologia*, (47), 183-186.

## Modifiquen una bacteria pa que 'aprenda' a descomponer

### plástico ensin ADN esternu

Un grupu de científicos llogra que *Escherichia coli* degrade nanoplásticos ensin introducir xenes esternos. La téunica GenRewire reprograma les propies proteínes bacterianes gracias a la combinación d'IA y supercomputación.

Equipos del Conseyu Superior d'Investigaciones Científiques (CSIC) y del Barcelona Supercomputing Center – Centru Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) desendolcaron una téunica que permite reprogramar xenéticamente bacteries ensin necesidá d'añadir xenes esternos. Asina, llogren qu'especies que nun degraden plásticos, como *Escherichia coli*, adquieran esta capacidá.

La téunica, denomada GenRewire, permite reorientar les funciones presentes nel xenoma de les proteínes pa que desendolquen nueves capacidaes ensin comprometer el so funcionamientu natural.

Frente a les téuniques tradicionales d'inxeniería xenética, que dependen de la introducción d'ADN ayeno, l'estudiu espublizáu na revista *Trends in Biotechnology* plantea un cambéu de paradigma.

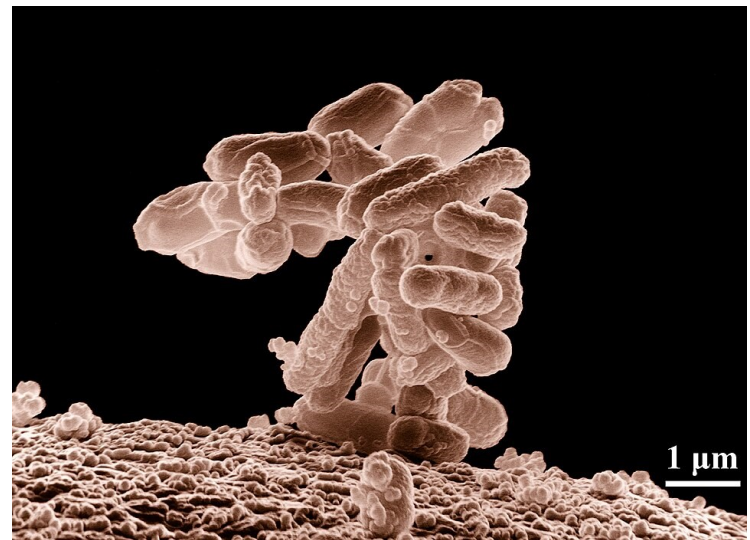
“El nuesu métodu parte d'una idea cenciella: si les proteínes natives puen ser rediseñaes computacionalmente pa facer daqué nuevo, nun necesitamos alterar l'equilibriu xenéticu de la célula con elementos esternos”, esplica Manuel Ferrer, investigador del CSIC nel Institutu de Catálisis y Petroleoquímica (ICP-CSIC) y coordinador del estudiu.

#### Otorgar una habilidá nueva

Pa validar esta teunoloxía, los científicos aplicaron esti métodu pa dotar a la bacteria *Escherichia coli* de la capacidá de degradar les partícules de plástico PET (tereftalatu de polietilenu) de tamañu nanométricu.

Trátase de nanoplásticos omnipresentes na nuesa vida cotidiana, emplegaos na fabricación d'envases o na industria textil, que se convirtieron en contaminantes con un altu impautu nel mediuambiente y na salú.

Esti llogru algamóse por aciu de la reprogramación de dos proteínes de la bacteria,



*Escherichia coli*. Creative Commons by Eric Erbe, digital colorization by Christopher Pooley baxo llicencia BY CC 4.0.

ensin necesidá d'inxertar xenes esternos. “El nuesu enfoque ye únicu porque combina intelixencia artificial, simulación por supercomputación y edición xenética precisa pa incorporar nueves actividaes en proteínes naturales”, afirma Víctor Guallar, investigador del BSC y coordinador del estudiu.

#### Axilización gracias a la IA

Les proteínes modificaes sustituyen a les orixinales nel xenoma, lo que permite a la célula caltener l'equilibriu biolóxicu.

Amás, la téunica GenRewire destaca pol so funcionamientu cenciellu: consiste n'analizar nun supercomputador les proteínes codificaes por un xenoma y, posteriormente, reprogramales por aciu ferramientes computacionales pa que realicen una función deseada.

“Reprogramamos la bacteria virtual en namás tres o cuatro selmanes, gracias a los recientes avances en métodos estructurales d'IA, nos nuestos algoritmos de simulación

mecánica y al poder de supercomputación del MareNostrum 5”, afirma Joan Giménez, investigador del BSC y ún de los primeros autores del estudiu.

### Un avance en bioteunoloxía

En bioteunoloxía tase mui avezao la utilización d'inxeniería xenética pa dotar a les bacteries d'habilidaes que-yos permita, por exemplu, producir sustancias de porgüeyu industrial o médicu, o degradar contaminantes ambientales.

Sicasí, hasta agora, l'alteración de les funciones celulares bacterianas conseguíase introduciendo material xenéticu ayenu nes células al traviés d'estremaes téuniques y elementos, como los plásmidos, unes pequeños moléculas d'ADN estracromosómicu capaces de moverse d'una bacteria a otra.

GenRewire, algama'l mesmu resultáu ensin ADN introdució y “asina eviten problemas como les bacteries xorrezan peor o que'l sistema sía poco estable”, esplican Paula Vidal y Laura Fernández, investigadores del CSIC nel Institutu de Catálisis y Petroleoquímica y tamién primeros autores del estudiu.

“Demostremos que ye posible rediseñar bacteries dende dientro, ensin alterar la so naturaleza con elementos esternos. Esta teunoloxía pue complementar la inxeniería metabólica clásica, haciendo que bacteries como *Escherichia coli* degraden plástico y tresformen les sos borrafes en productos valiosos”, añaden.

Según los investigadores, esti métodu va poder aplicase a otros organismos y convertise nuna ferramienta clave en reprogramación de xenomes. “Aplicáu por exemplu al xenoma humanu o a cultivos nun solo reduz el riesgu de refugu por parte del sistema inmunolóxicu, sinón que tamién ayuda a superar les barreres legales y étiques que suelen plantegase al usar ADN ayeno”, concluyen.

**Fonte:** SINC (agenciasinc.es)

**Referencia orixinal:** P. VIDAL, J. GIMÉNEZ-DEJOZ, L. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. ROMERO, S. AMIRABBAS NAZEMI *et. al.* (2025) *Computationally guided genome rewiring of Escherichia coli and its application for nanopolyethylene terephthalate (PET) biodegradation and upcycling. Trends in Biotechnology.*

**Traducción:** Bertu Ordiales

### ¿Quién ye *Escherichia coli*?

*Escherichia coli* ye una bacteria que vive de forma natural nel intestín de los seres homeotermos, ente los que ta'l ser humanu. La mayoría de les cepes d'esta bacteria son inofensives, incluso beneficioses, y contribúin al procesu de dixestión y la producción de vitamines. Sicasí, existen cepes patóxenes que pueden provocar enfermedaes graves, especialmente si se consumen alimentos o agua contaminao. Dalgunes variantes, como la *E. coli* enterohemorráxica, producen toxines que causen foria con sangre y en, casos graves, el síndrome hemolíticu urémicu, una afección que puede afeutar los reñones.

La tresmisión suel producirse al consumir carne mal cocinao, lleche crudo, productos frescos ensin llavar o agua contaminao. Les condiciones d'hixene na manipulación d'alimentos xueguen un papel fundamental na prevención. Los grupos más vulnerables a les complicaciones son los neños pequeños, les persones mayores y aquellos col sistema inmunitariu debilitáu. Pa evitar infecciones ye importante cocinar bien los alimentos, llavar les manes con frecuencia y garantizar la calidá del agua que se consume.

La mayoría de les cepes son comensales, y viven en simbiosis col güéspedes, andechando na dixestión y na síntesis de vitamines. Pero lo que fai especialmente interesante a *E. coli* dende un puntu de vista ecolóxicu ye la so capacidá d'adautación y sobrevivencia fuera l'intestín.

La so presencia n'agua o alimentos suel indicar qu'hebo contaminación con materia fecal, y por eso ye usada n'análisis microbiolóxicos pa evaluar la calidá sanitaria de distintos ecosistemas.

Dende'l puntu de vista ecolóxicu, *E. coli* ye una especie clave pa entender les interacciones ente organismos y el mediu. Ye capaz d'intercambiar material xenéticu con otres bacteries, lo que-y permite garrar resistencia a antibióticos o adautase a nueves condiciones ambientales. Esta plasticidá xenética fai qu'*Escherichia coli* seya un modelu d'estudiu n'ecoloxía microbiana y evolución.

Los rumiantes, n'especial el ganao vacunu, son el principal reservoriu natural de les cepes patóxenes como les verotoxigéniques (VTEC), que pueden contaminar el mediu al traviés de los escrementos. Esta interacción ente fauna, ecosistema y salud humana ye un exemplu nidu de cómo la ecoloxía microbiana afeuta a la seguridá alimentaria y al bienestar global.

## Alimentos y ciencia

### Que nun te dean pataca por gochu

*Sabencia (por Rubén Fernández)*

Dir al supermercaú puede ser un calvariú cuando quies mercar daqué productu de calidá ensin que t'engañen. Les grandes marques de productos cosmestibles nun lo cabilen un minutu cuando trátase d'aforrar daqué céntinu na producción, y nun dubien en meter ingredientes qu'antroxen la mala calidá del so productu, o aditivos non seguros pal ser humanu (o polos menos duldosos). Ye un tema que yá falemos nesta estaya nel númeru anterior de Comprendoria. Otru casu paradigmaticu ye'l xamón de York, un productu que namás tenía que ser pernil de gochu cocíu con sal, y que pasó a ser una llarga llista de potenciadores de sabor, acidulantes, colorantes, conservantes, y otre coses como la fécula de pataca. Vamos centranos nesta ocasión nesti ingrediente cabero.

¿Pa qué tien que llevar fécula de pataca (que nun ye otra cosa qu'almidón) el xamón de York? En munches ocasiones lo que mercamos nun ye nada asemeyáu a ésti, polo xeneral el que bien con forma cuadrada, tamaño pan de sándwich, ye un conglomeráu de carne de gochu (y non de la pata d'atrás precisamente), fécula de pataca, que s'usa pa da-y cuerpu al supuestu xamón, y milenta d'aditivos que tienen la misión de da-y un color, golor y sabor lo más asemeyáu al xamón. Cuando mercamos esti productu nun ye que mos tean engañando, pues véndelu como fiambre, pero lo que tamos mercando ye fécula de patata con restos de gochu, y anque l'almidón nun ye dañín pal ser humanu, nun ye plan pagalu al preciu d'un productu cármicu.

Cuando vamos al llinial del supermercaú nel que tán los cármicos tenemos que destremar ente tres tipos de productos del tipu del xamón de York:

- xamón cocíu extra
- xamón cocíu de primera
- fiambre de xamón

Los dos primeros son pieces sacaes del pernil del gochu que métense en salmoria (agua con sal), pero tamién conservantes, colorantes y otros, y dempués cuéizse. El de categoría extra tien menos cantidá d'agua que'l de primera. Otra ye'l fiambre, que ye un mecigallu d'ingredientes ente los que ta carne de gochu de diferentes partes, fécula, colorantes...

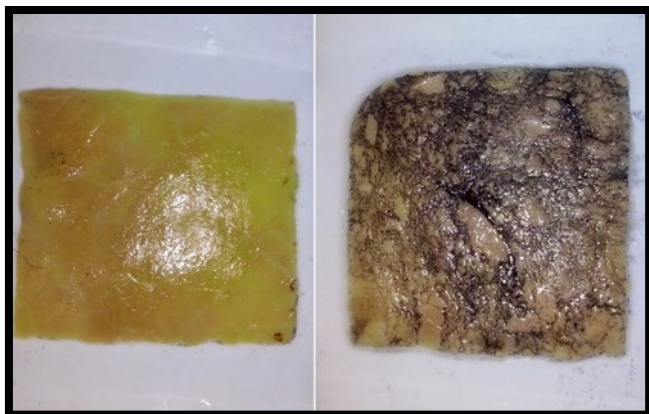
Esta ye la diferencia más importante, que puede contener almidones y proteínes vexetales, amás d'una mayor cantidá de zucres y xelificantes. Éstos úsense principalmente pa que'l productu seya quién de caltener más agua, y asina la relación ente la cantidá de proteínes y la cantidá d'agua seya menor, con esto faíse que'l productu seya de menor categoría y más barato.



Queremos proponer al lector una prueba que trata de caltriar en qué medida l'almidón forma parte d'esos "xamones de York". Nel supermercaú podemos comprar dos tribes de xamón de York, un fiambre de xamón de lo barato y otro de calidá extra, tamién necesitará llixía y un bote de solución de yodo, del usáu pa desinfeutar feríes.

Corte dellos cuadradinos de caún de los productos y métalos na llixía delles hores, col envís de quitar el color de la carne. P'atopar l'almidón de la fécula de pataca vamos sofitanos nuna téunica perusada, por exemplu n'anatomía patolóxica, la tintura de texíos. Pa esta téunica usen componentes químicos que tiñén namás qu'un tipu de texíu o molécula, polo que ye más cenciellu atopalu nuna agüeyada de llupa o microscópiu. Nel nuesu casu vamos usar yodo, que va tiñir la fécula de pataca, mentantes que la carne de gochu va quedar ensin teñir (semeya).

¿Qué va atopar el lector? El xamón extra nun va tener nicios d'almidón, mentantes que nel xamón perbaratu el percentax d'almidón va ser pergrande. Vemos na semeya la gran diferencia ente les dos muestrs. A manzorga'l xamón extra, y a mandrecha'l fiambre de xamón.

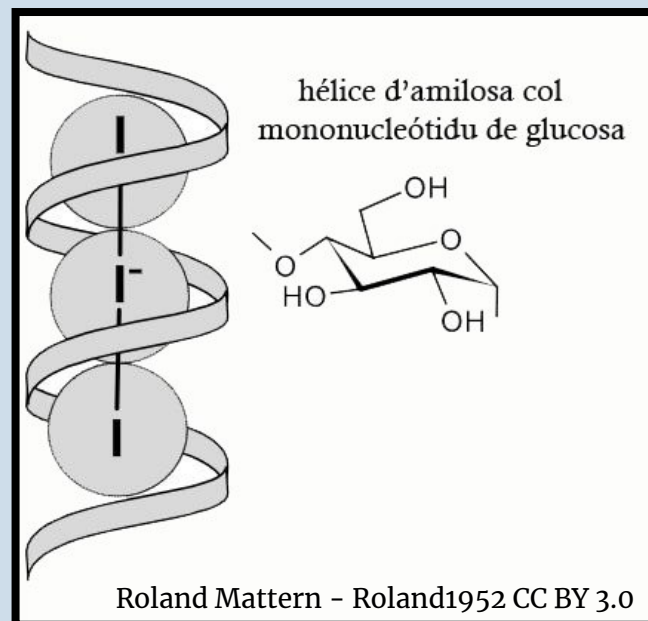


Como yá dixé, pagamos como productu cármicu una masa de fécula de pataca con traces de gochu, nun quiero pensar que non tendrán esos otros fiambres del tipu cabeza de xabalí, o esi que tien la inconfundible silueta del ratón famosu de los dibuxos animaos.

Pa tranquilá del consumidor ye verdá que ye difícil faer pasar fiambre por una pieza de xamón cocíu, pero si puede pasar que faigan pasar piezas de primera por extra, y nesi casu la prueba del yodu nun mos va servir de gabita.

### Cuadru 1.

La reación del yodo produzse pola formación de cadenes de poliyoduro a riendes de la reación del almidón col yodo. L'almidón ta formáu por amilosa y amilopectina. L'amilosa amosa una cadena llinial, en forma d'héliz na que queden prendíes les moléculas de yodo amosando entós un color azul escuro o prieto.



L'etiquetáu destes piezas indica nos ingredientes el percentax de carne nel total del pesu de la pieza, polo que cuanto mayor seya menos agua tien. Una forma de comprobar si la marca ta diciendo verdá ye pesar una parte, y desecala. Al volver a pesala el pesu tien ser asemeyáu al declaráu pol fabricante. Una diferencia grande quier decir que mos vendieron un producto de calidá inferior.

Nos ensayos realizaos por Sabencia con 10 muestrs de xamón cocíu extra de diferentes marques atopamos una diferencia de más del 10% del pesu declaráu en tres de les marques. Les marques nun yeren precisamente de les más ruines.

Como nel casu l'aceite que ya falamos nel número 1 de Comprendoria, volvemos topamos cola malicia de dalgunos fabricantes. Ye nidio que los consumidores nun podemos baxar la guardia.

## La llende de la velocidá la lluz

Sabencia (autor Rubén Fernández)

Va más d'un sieglu qu'Albert Einstein discurrió y asoleyó la so Teoría de la Relatividá, daquella fexo una buelga fonda nun solo na física, sinón que caltrió tola cultura. A lo llargo d'un tiempu, mentantes duró la moda, tou yera relativu, l'arte, la psique humana, la sociedá... Entá güei hai nicios d'esa buelga na cultura, y dacuando oíse a daque ilumináu de la fola newage, de que les coses son relatives. La verdá ye que pa muncha xente la única fórmula que conoz ye la célebre  $E=mc^2$ , ensin entender nin res de lo que quier dicir.

L'envís d'esta seición ye esplicar de forma cenciella aspectos de la teoría de la relatividá, como'l tema qu'escoyimos esta vegada, la llende de la velocidá de la lluz.

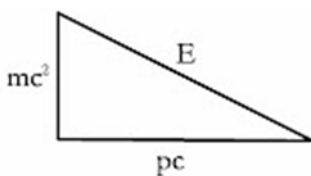
Vamos partir de la base, que la fórmula famosa,  $E=mc^2$ , nun ye la ecuación orixinal, ye namás una solución pa un casu concretu, en realidá la verdadera ye:

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

au  $m$  ye la masa,  $p$  el momentu llinial (magnitú qu'espresa la cantidá de movimientu d'un oxetu) y  $c$  la velocidá de la lluz (la "c" significa celeritás, en llatín rapidez).

Nesta esplicación nun vamos soltavos un rollu de física, nin vamos a ponenos a integrar nada. La xeometría va enseñanos delles coses sobre esta fórmula.

Lo primera no que podemos reparar ye que ye una terna pitagórica, o sía que tien la forma de la ecuación de resolución del triángulu rectángulu ( $h^2 = c^2 + c^2$ ), asina que podemos pintalo como un triángulu rectángulu:



Rescamplamos esto por qu'estudiándola bien podemos llegar a conclusiones perinteresantes. Por casu, la ecuación que primero nomé,  $E=mc$ , define la enerxía de los oxetos con masa en reposu, y polo tanto ensin momentu llinial, asina que:

$$E^2 = (mc^2)^2 + (0c)^2$$

$$E^2 = (mc^2)^2 + 0$$

$$E = \sqrt{(mc^2)^2}$$

$$E = mc^2$$

Máxicu, ¿non? Podemos cavilar nun "oxetu" ensin masa ( $m=0$ ), como pue ser un fotón, la ecuación, siguiendo pasos asemeyaos al desendolque cabero, tenemos que:

$$E = pc$$

Esta espresión diz que la enerxía d'una partícula ensin masa, ye igual al so momentu pola velocidá de la lluz. Tou esto tien un inquiz perimportante, que nengún oxetu con masa puede garrar enxamás la velocidá de la lluz. Piense'l lector por un momentu, nos triángulos rectángulos, la hipotenusa siempre ye mayor que cualesquier de los catetos, polo que por muncho que medre'l momentu llinial, mentantes que tea masa l'oxetu, la hipotenusa siempre va ser mayor que'l catetu  $pc$ , asina que na ecuación de la velocidá del oxetu:

$$v = c \frac{pc}{E}$$

el cociente  $pc/E$  enxamás va ser 1, podrá averase muncho, pero enxamás sedrá 1, polo que dixe la hipotenusa (nesti casu  $E$ ) siempre ye más grande que los catetos (nel exemplu  $pc$ ).

Otra forma de calcular la enerxía ye:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Esto sofita la idea de que nun podemos garrar la velocidá de la lluz, si tenemos masa. Si tando en movimientu, fuesemos aumentando la nuesa velocidá, hasta llegar a la velocidá de la lluz, el cociente  $v^2/c^2$ , sedría 1, polo que  $E$  sedría:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - 1}}$$

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{0}} = \frac{mc^2}{0} = \infty$$

Lo que diz esta ecuación, ye que a más velocidá, mayor sedrá la nuesa masa, y al dir averándonos a la velocidá de la lluz, esta va medrar de manera descomanada, esto ye un absurdu, pues díbamos necesitar una cantidá d'enerxía infinito. Nel Universu por grande que seya la cantidá d'enerxía ye finita. Polo menos hasta lo qu'agora sabemos.

## Xeometría nes cais de Manhattan

Sabencia (autor Rubén Fernández)

### Xeometría d'Euclides: otru constructu xeométricu más

La xeometría que aprendimos na escuela ye herencia de la gran obra *Elementos* del matemáticu Euclides, asoleyada nel 300 antes de la nuesa era. Por mor a lo cenciello de les sos definiciones y postulaos ye percómoda como representación del espaciu, pero esta nun dexa de ser una construcción abstracta de la realidá. Podemos mesmamente repasar les definiciones de puntu, llinia y superficie que dio Euclides pa caer na cuenta d'ello:

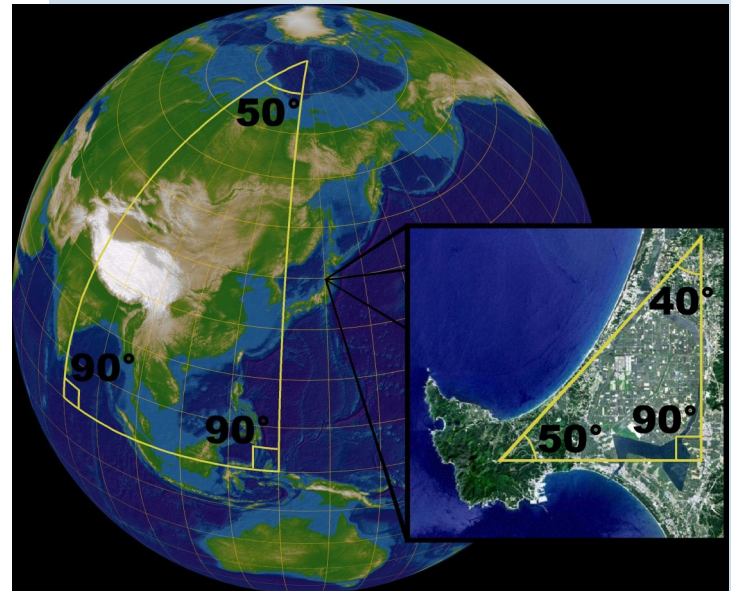
- Definición 1. Un puntu ye lo que nun tien partes.
- Definición 2. Una llinia ye llonxítu ensin anchor.
- Definición 5. Una superficie ye aquello que tien namás llonxítu y anchor.

La xeometría d'Euclides cúmplase según les regles que punxo, si bien ye verdá que munches de les definiciones, proposiciones y postulaos paecen cumplise, masque nel mundo real o con otres regles pueden cumplise o non.

Como exemplu, Euclides diz que los ángulos d'un triángulu sumen siempre  $180^\circ$ , mentantes que na xeometría elíptica, na que l'espaciu tien curvatura positiva, la suma de los ángulos nun ye  $180^\circ$  sinón que camuda. A pequeña escala dambes van coincidir, pero a gran escala estremen enforma. Ye dalgo que se toma en cuenta por casu pa los cálculos de llocalización GPS.

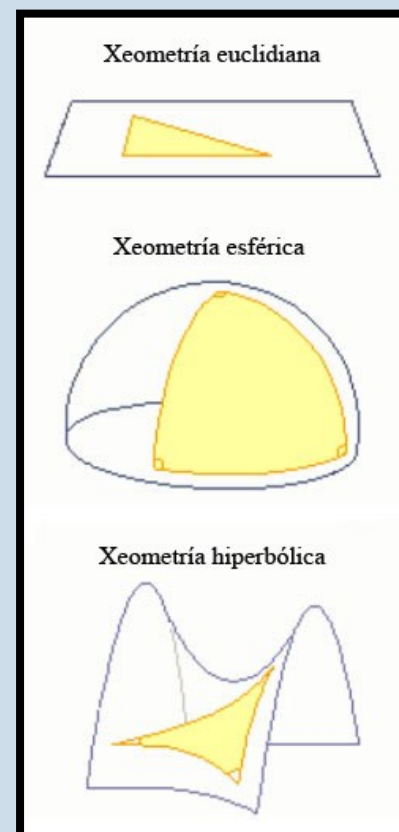
Les normes d'Euclides funcionen nel cosmos ideal de la so xeometría, otres xeometrías funcionen según el so propiu constructu, como nel casu de la xeometría elíptica pa la superficie d'un planeta o pa un cosmos con curvatura positiva. La xeometría hiperbólica, tien curvatura negativa, describiría l'universu nel casu de qu'esti tuviera esi tipu de curvatura.

Les tres xeometrías úsanse según qué problemes o supuestos, y son de gran interés, pero nun son lo bastante cenciellos pa entamar a xugar con ellos y amosar cómo camuda'l conceutu xeométricu namás con variar l'aspeutu del planu. Hai dellos modelos que podemos usar pa la nuesa esploración, pero nós queremos falar de xeometría'l taxista o t-xeometría. Qu'unque ensin dexar de ser una caxigalina matemática, con malapenes percorríu teóricu, va sirvinos de bon paporitu col qu'esfrutar xugando coles matemáticas qu'aprucen d'él.



Imaxe 1. Nuna esfera la suma de los ángulos d'un triángulu esféricu nun ye igual a  $180^\circ$  (los de la semeya  $230^\circ$ ), al nun ser un espaciu euclídeu. A escala pequeña puede coincidir, pero non a grandes distancies.

Fonte de Lars H. Rohwedder, Sarregouset. OgaPeninsulaAkijpLandsat.jpg (GFDL) & Orthographic Projection Japan.jpg (GFDL and CC-BY-SA, CC BY-SA 3.0).



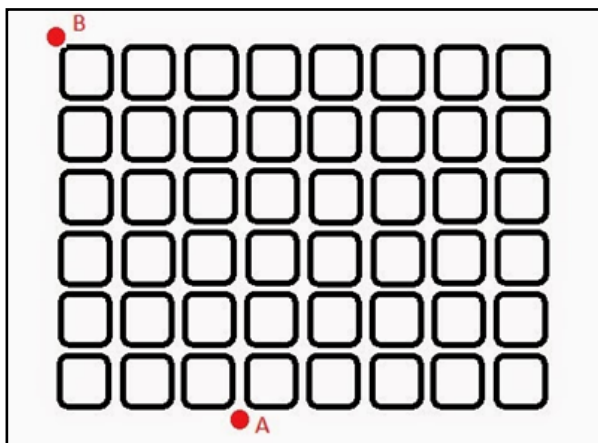
Imaxe 2. Tres de los tipos de xeometrías y la representación d'un triángulu nel so espaciu.

La suma de los tres ángulos varía en caúna,  $180^\circ$  siempre na xeometría euclidiana, na esférica ye mayor de  $180^\circ$  y na hiperbólica menor.

**Xeometría'l taxista o Manhattan**

Como vimos, les normas que funcionen nel mundu d'Euclides nun valen pa describir les xeometrías de tolos "universos". Col casu de la xeometría'l taxi tamos delante d'otru tipu de xeometría. Hermann Minkowski ideó la xeometría Manhattan o del taxi por mor a la disposición de les cais de la islla de New York y, aunque nun lo paeza, propuso esti sistema xeométricu con tol rigor y seriedá qu'un matemáticu tien, pues, ensin entrar en muchos detalles enguedeyosos, cumple tolos requisitos qu'un sistema xeométricu tien que cumplir.

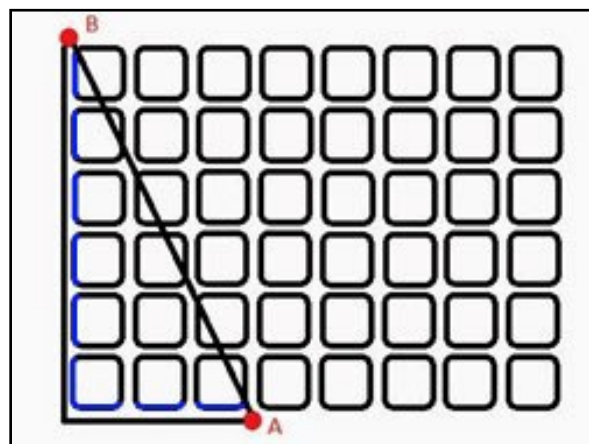
Vamos imaxinar que tamos nuna ciudá de diseñu ortogonal (imaxe 3), na que los edificios y cais formen una cuadrícula, tal y como vemos na imaxe. Resulta que queremos dir d'A a B.



Imaxe 3. La ciudá cuadrícula.

El camín que tenemos que seguir tien que dir peles cuadrícules de la ciudá, ya que nun se puede dir dafechu hasta B. Esto repercute na distancia que tien el percorríu. ¿Cuála ye esa distancia que tien que percorrer un taxi al transitar peles cais? Nada más cenciellu de calcular, si cuntamos que cada caxella val una unidá arbitraria, tal que 1, tenemos que la taxi-distancia (t-d) siguiendo les cuadrícules sedrá 9 (namás que hai que cuntar los llaos de los cuadraos polos que pasamos). La resultancia d'esti cálculu ye perestremada a la qu'atopamos nel planu euclídeu (6,71 unidaes), que calculamos cola fórmula de Pitágoras.

La t-distancia, amás, sedrá la mesma vayamos per onde vayamos siempre que temos averándonos a B, o sía, ensin dar p'atrás y garrar una direición contraria. Vemos nos exemplos delles rutes. En total nel casu de la imaxe vamos tener 84 caminos posibles. El fechu de que la ruta pueda seguir dellos itinerarios alternativos, toos col mesmu llargor, ye aborrecible na xeometría euclídea, que diz qu'ente dos puntos el camín más curtiu ye una y solo una llinia reuta.



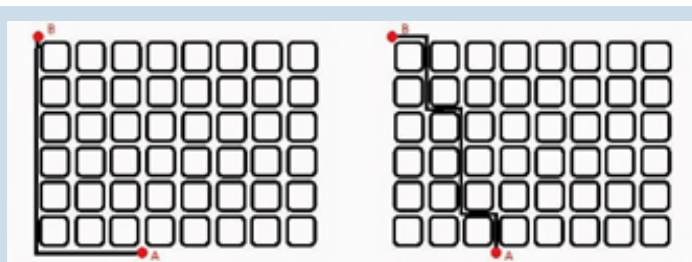
Imaxe 4. Calculamos la t-distancia cuntando los llaos de les cuadrícules pelos que pasamos.

Ye nidio que nun ye formal andar cuntando los llaos de los cuadros, sinón qu'hai una fórmula cola que calcular la taxi-distancia. Partiendo de les coordenaes x-y de los puntos ye:

$$td_{AB} = |A_1 - B_1| + |A_2 - B_2|$$

Les dos barras que separen les operaciones indiquen que garramos el valor absolutu de la resta, o sía garramos el resultáu ensin signu.

Agora que vimos les primeres idees podemos entamar a ver exemplos que choquen escontra los resultaos que tamos avezaos a ver na xeometría d'Euclides.



Imaxe 5. Dos de los 84 caminos posibles pa dir d'A a B ensin retroceder o garrar una direición contraria.

Pa calcular el númuru de caminos posible usamos una fórmula de combinatoria básica adautada:

$$\frac{(n+m)!}{n! * m!}$$

au  $n$  son los movimientos posibles pa riba y  $m$  los movimientos pa un llau. El símbolu ! significa factorial, y calcúlase multiplicando tolos númurus desde el más grande a la unidá, por casu  $3! = 3 * 2 * 1 = 6$ .

## Cuadro 1

Nel exemplu del recorriu del taxi pela ciudá ortogonal, aplicamos el métodu de contar los llaos de les cuadrícules, pero formalmente podemos aplicar la fórmula

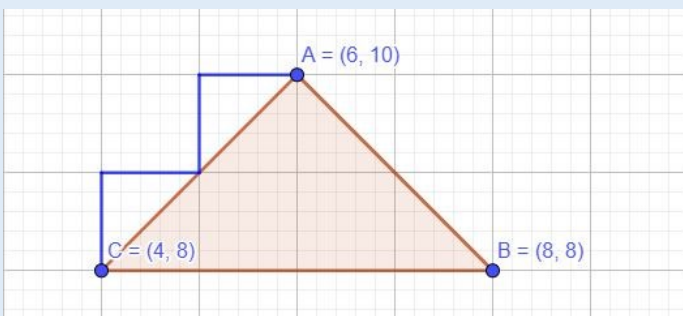
$$td_{AB} = |A_1 - B_1| + |A_2 - B_2|$$

Si la esquina inferior izquierda ye'l orixe (0,0), les coordenaes d'A son (3,0) y de B (0,6), aplicando la fórmula tenemos

$$td_{AB} = |3 - 0| + |0 - 6| = 3 + 6 = 9$$

Vamos con otru exemplu, nel triángulu de la imaxe calculamos la t-distancia ente A y C, pente medies del recuentu de les unidaes recorries (llinia n'azul) y cola resolución de la fórmula

$$td_{AC} = |6 - 8| + |10 - 8| = 2 + 2 = 4$$



## Triángulos llocos

Los triángulos na xeometría d'Euclides son perimportantes, ya que munches de les demostraciones que va haciendo nos volúmenes d'*Elementos* tán sofitaes en triángulos. Tienen tanta importancia que yá describe les sos propiedaes nel primer llibru de los trece que tien. Na t-xeometría les propiedades de los triángulos camuden enforma, n'especial los criterios de congruencia. Siendo esta la única diferencia respecto a la xeometría euclídea en cuanto a axiomas se refier (KRAUSE 1986).

Pa determinar que dos triángulos (o cualesquier conxutu de puntos) son iguales o congruentes tenemos que poder tresformar ún nel otru pente medies d'isometría, ye dicir, combinando movimientos ríxidos como tresllación, rotación o reflexón, pero enxamás redimensionando'l conxuntu.

Nos triángulos atopamos tres clases de congruencias nel planu euclídeu, llau-llau-llau (LLL), llau-ángulu-llau (LAL) y ángulu-llau-ángulu (ALA). Vamos ver qué socede na t-xeometría.

El criteriu LLL diz que dos triángulos son congruentes si tienen los tres llaos iguales. Esto nun val nel taxi-planu (t-planu). Na figura vemos dos triángulos colos tres llaos iguales,  $td=4$ , pero que nun son congruentes (cuadro 2).

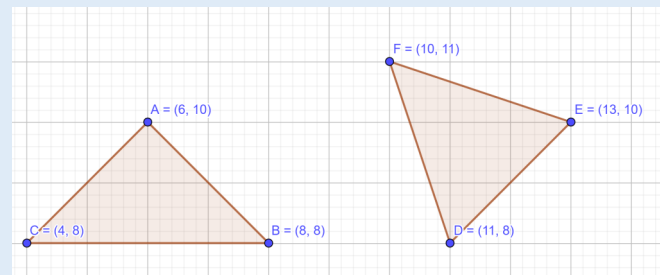
Nel casu del tipu de congruencia LAL, Euclides diz que, si dos triángulos tienen dos llaos iguales y col ángulu que formen igual, entós son congruentes. Otra vegada la construcción nel t-planu produz dos enxendros non congruentes. Ya qu' aunque los dos llaos que formen l'ángulu de  $90^\circ$  son iguales,  $td=4$ , estremen en tamaño y forma (cuadro 2).

P'acabar, el criteriu ALA diznos que son congruentes si los dos tienen un llau y dos ángulos iguales. Na imaxe vemos que los llaos AB y DE son iguales y d'ellos ángulos de  $45^\circ$ , pero nun s'asemeyen res (cuadro 2).

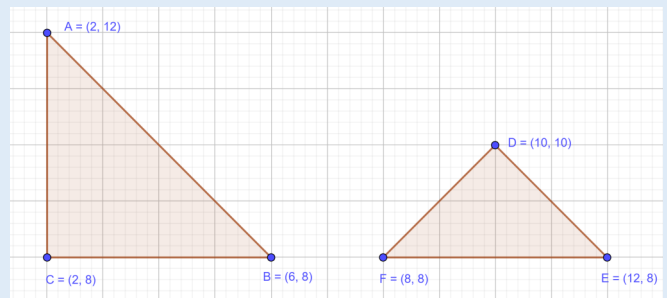
Esta carauterística de la t-xeometría ye perimportante, y débese al fechu de que nel t-planu, y nel t-espaci, la distancia nun se caltienes rotaciones, dalgo que sí socede nel planu euclídeu.

## Cuadro 2

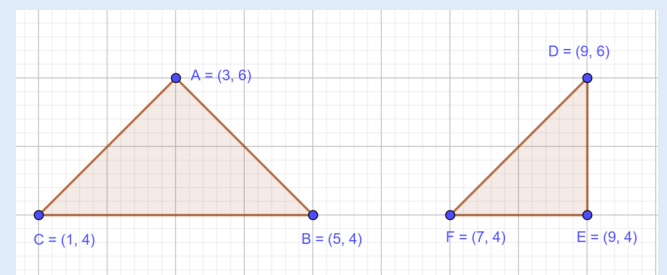
a) Congruencia LLL. Aunque los dos triángulos tienen los tres llaos iguales, 4 unidades de llonxítu, nun son igual tal y como pasa na xeometría euclidiana.



b) Congruencia LAL. Los dos llaos iguales de caún de los triángulos miden 4 unidades nos dos y formen un ángulu de  $90^\circ$ , pero nun se paecen res.



c) Congruencia ALA. Nesti casu los dos triángulos tienen un llau igual de llargo, y nun tienen dos llaos iguales sinón tres, con tou son figures que nun son congruentes.



## Cuadrando la circunferencia

Si bien desde el punto de vista de las implicaciones que tienen en la concepción geométrica el caso de los triángulos es más importante, más que lo que sucede al estudiar la circunferencia es mucho más abstruso.

¿Qué es una circunferencia? La definición formal, según TERMAST (FERNÁNDEZ 2010), dice que es el lugar geométrico de los puntos del plano equidistantes de otro fijo, nombrado centro. La distancia desde el centro a cualesquier punto de la circunferencia se llama radio.

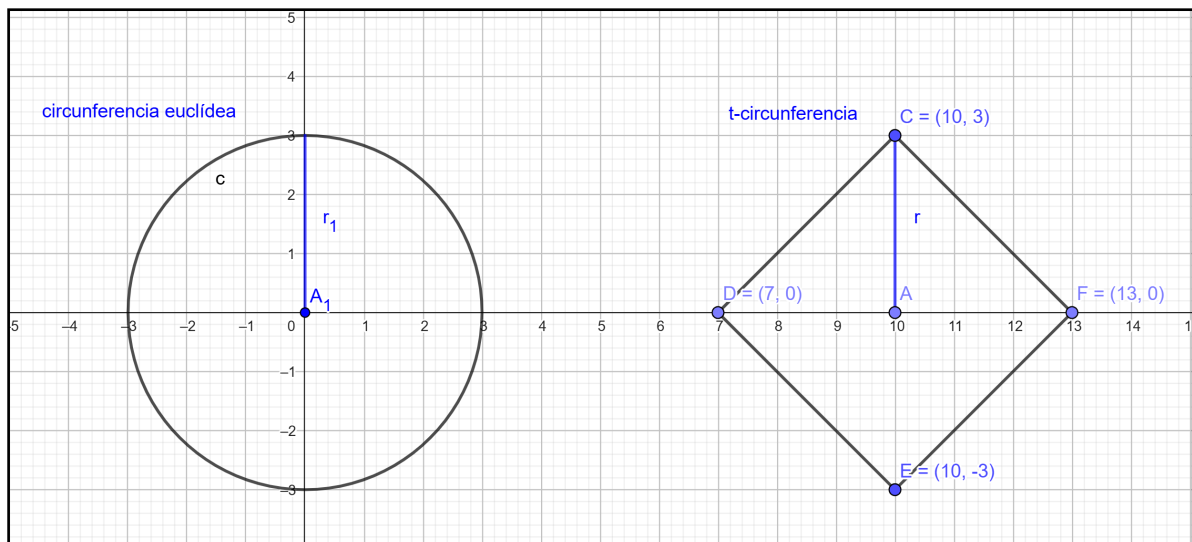
En la imagen vemos la representación de una circunferencia según el plano euclídeo y el t-plano. En una imagen que espantaría al mismo Euclides, y en cierto modo cumple con los sueños de los iluminados que fueron a la gueta la cuadratura del círculo.

Pero la vela no acaba aquí, sabemos que en la geometría convencional el cociente entre el perímetro de una circunferencia y el su diámetro es el número irracional  $\pi$ . Pero ¿cuál es el valor de esta relación en la t-geometría?

Como dijimos  $\pi$  es la relación entre el perímetro y el diámetro, así que el valor de “ $\pi$ ” en el t-plano es:

$$\frac{4D}{D} = \frac{4 \cdot 6}{6} = 4$$

En el plano del taxista “ $\pi$ ” es igual a 4, dejando de lado la irracionalidad propia de la constante universal.



Imaxe 5. Les dos circunferencias col so radiu.

## Les cónicas

Euclides habló de estas curvas que salen de cortar un cono con un plano que no pasa por su vértice. Son tres: elipse, parábola y hipérbola. Como podrá imaginar el lector en el t-plano estas curvas no van a ser curvas. Vamos a empezar con la elipse (cuadro 3).

Una elipse sale de trazar un cono por un plano oblicuo a la exa de simetría. Esto define un lugar geométrico en el que cada uno de los puntos que la forman es constante, y es la suma de las distancias a dos puntos fijos nombrados focos. Según sea la distancia entre esos dos focos, la elipse tendrá una forma u otra, como podemos ver en las imágenes: una tiene aspecto de octógono y la otra de hexágono alargado, pero en realidad son elipses.

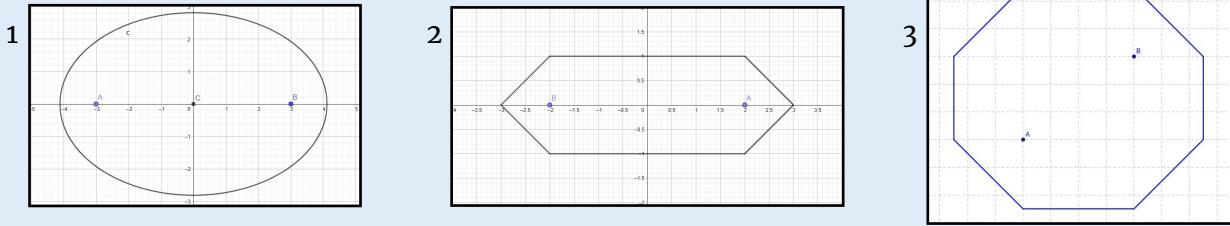
En el caso de la parábola, esta aparece al trazar el cono con un plano paralelo a la exa o directriz. Eso que

vamos a ver es una figura en la que los puntos son equidistantes a la directriz y un punto fijo nombrado foco. Esta va a tener diferente orientación según la pendiente de la directriz, vemos algunos ejemplos en las imágenes.

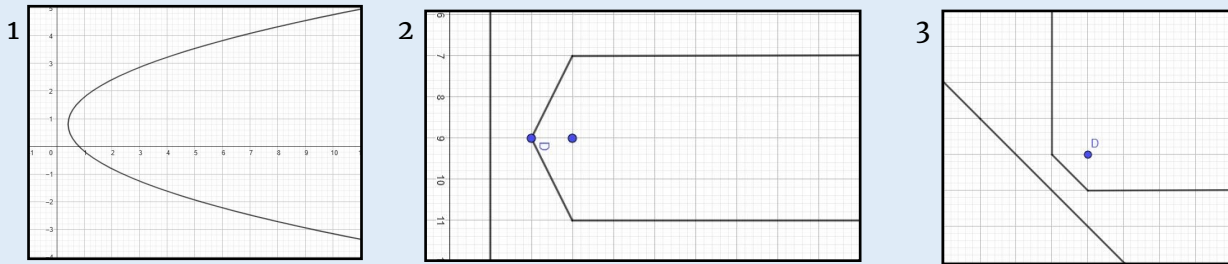
Por último, la hipérbola. Esta es una curva abierta que aparece al cortar un cono por medio de un plano oblicuo no necesariamente paralelo a la exa de simetría. Los puntos que la forman cumplen que la diferencia entre sus distancias a dos puntos fijos, focos, es constante. Las imágenes muestran variedades de hipérbolas, incluso una formada por dos líneas rectas.

### Cuadro 3. Les cónicas.

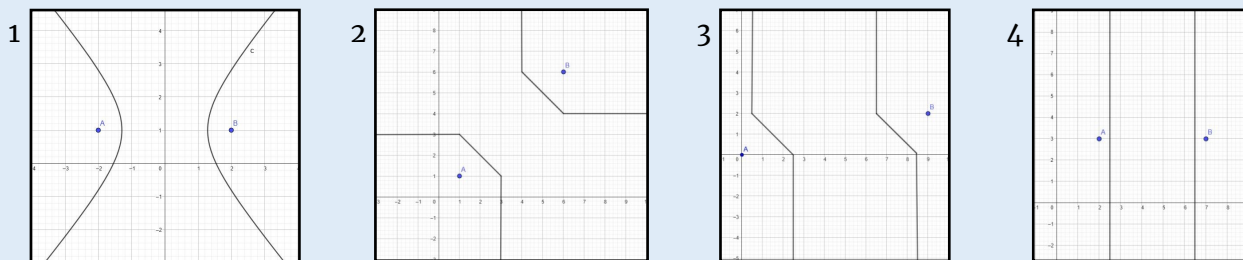
a) La elipse. Elipse euclidiana (1) y dos ejemplos d'elipses nel t-planu (2 y 3), aunque parecen polígonos son curves cónicas.



b) La parábola. Parábola euclidiana (1) y dos ejemplos de parábolas nel t-planu (2 y 3).



c) La hipérbola. Hipérbola euclidiana (1) y dos ejemplos nel t-planu (2, 3 y 4).



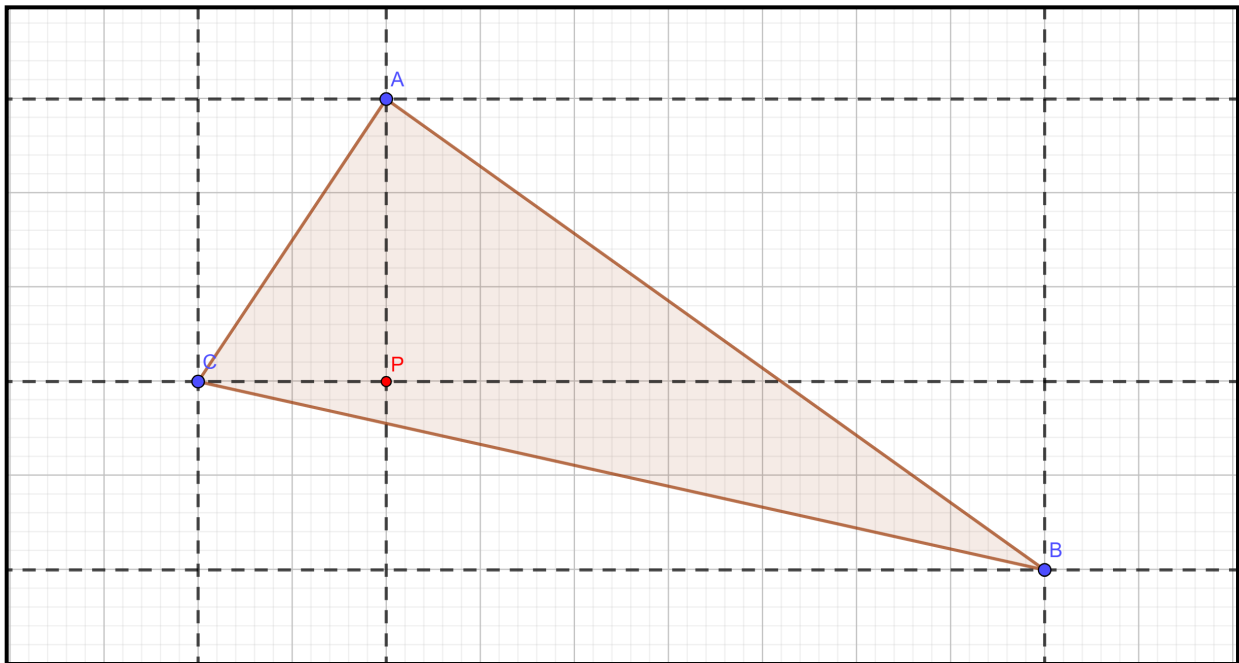
### Pero, ¿val pa dalgo esta xeometría?

Vamos ver un casu prácticu: la optimización d'una ruta.

Imaxinemos qu'un almacén farmaceuticu tien que suministrar productos a tres hospitales nuna mesma ciudá, lo normal sedrá que tea asitiáu nel puntu nel que tea lo más averáu posible a los tres hospitales. Esi puntu llamase puntu de Fermat. Que ye'l puntu d'un triángulu tal que la suma de les distancias a él desde los vértices seya mínima. Cuando queremos calcular esti puntu nun planu euclidianu la solución engáfataste bastante, pero na t-xeometría atopar esi llugar ye percenciello. Bástanos sacar por caún de los vértices les paraleles a les axes de coordenaes. Vamos atopar asina que dos d'estes reutes córtense dientro'l triángulu o, como mínimu

estremu, nun vértiz. Esi ye'l puntu de Fermat na t-xeometría.

Como podemos ver na imaxe 6 si desde'l puntu de Fermat (P) faemos cualesquier movimientu averámos a un de los puntos, pero sepatámonos de los otros dos, asina, que la suma de les tres distancias crecerá. El puntu atopáu ye'l que menor resultáu da la suma de les tres distancias desde P a los vértices.



Imaxe 6. Disposición de tres hospitales (A,B y C) y el puntu de Fermat (P), único puntu au se crucien dos llinies dentro l'área.

L'exemplu anterior ye un casu real, aunque puede paecenos qu'esta construcción xeométrica malapenes va tener munches más aplicaciones. Nada más llonxano de la realidá, la t-xeometría úsase en:

-Planificación urbana: que puede usase pa planificación y optimización de rutes pa servicios d'emergencia, tresportes, repartu de mercancíes...

-Diseño de circuitos electrónicos: au les conexones siguen patrones ortogonales y ye necesariu optimizar la llonxítu de les pistes amás d'evitar los puntos au tán insertaos los componentes electrónicos.

-Análisis de datos: úsaos pa medir similitú ente puntos d'un conxutu de datos multidimensionales (análisis multivariante).

-Redes neuronales: en sistemas de dependimientu automáticu.

-Robótica: pa crear algoritmos de navegación pa robots, como por exemplu los que tienen que movese per almacenes con cais perpendiculares.



Imaxe 7. Les cais de Barcelona son bien asemayaes al planu de la t-xeometría.

**REFERENCIES:**

KRAUSE, E.F. (1986) *Taxicab Geometry. An Adventure in Non-Euclidean Geometry*. Dover Publications. New York.

FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, R. (2010) *Terminoloxía matemática* in TERMAST. Academia de la Llingua Asturiana. [www.termast.alladixital.org](http://www.termast.alladixital.org). Data consulta: 20/08/2025.

# TALLER DE LLABORATORIU

## MIDIENDO FINAMENTE

Sabencia (autor Rubén Fernández)

¿Cuánto de gordo tien un pelu? Aunque la respuesta a esta entruga paez bien cenciella ye una complicación pa la xente llano ensin preseos específicos. Un pelu ye perfinu y nin siquiera un micrómetru sedrá lo suficientemente precisu pa dar una medida. Nesti casu y otros tenemos que tomar eses midíes con métodos indireutos, nel nuesu casu proponemos l'usu d'un punteru láser y unes poques matemátiques p'atopar una respuesta.

El métodu que vamos usar pa medir el gordor d'un pelu, ta sofitáu nes propiedaes ondulatories de la lluz. Cuando interponemos na trayectoria d'un feixe de lluz un elementu llargu y finu, como puede ser un filu perfinu, les ondas de lluz xebren en dos apaeciéndose dos nuevos frentes d'ondes qu'al avanzar van interferir ún col otru, como lo faen les ondas n'agua. Estos nuevos frentes al chocar escontra una pantalla o una paré van amosar un patrón d'interferencia, esto ye, la distribución espacial d'intensidaes que ye'l resultáu de la superposición de dos ondas coherentes. El patrón d'interferencia apaec por mor de la interferencia constructiva o suma d'ondes, y destructiva o anulación d'ondes. Vémosla como una franxa de lluz discontinua, na qu'alternen partes

brillantes y otres escuras (figura 1).

Con esta idea na cabeza vamos faer el siguiente montaxe, fixamos un pelu nun marcu de diapositiva o mesmamente apegáu al punteru, de mou que corte'l feixe láser; vamos sabelo por que na pantalla va apaecer el patrón d'interferencia (sinón moveremos el pelu a marzorga o mandrecha hasta que salga). Onde apaeza'l patrón vamos dir marcando los puntos del patrón que tán n'escuro (podemos apegar un papel au marcarlos con lápiz), dempués midimos la distancia ente eses marques ( $\Delta x$ ). Quédanos namás que medir la distancia del pelu a la pantalla ( $L$ ).

### L'esperimentu de la doble rendixa

Ye un esperimentu clásicu qu'ente otres coses amuesa la doble naturaleza de la lluz (onda-partícula).

Al facer pasar lluz al travíes de dos rendixes perfines averaes, apaec un patrón d'interferencia resultáu de los "choces" ente les ondas. Lo mesmo socede, aunque en menor medida, al poner un oxetu perfinu, el patrón apaecerá formáu al chocar la lluz escontra una superficie.

Esploramos otres cares d'esti esperimentu nel númberu 3 de la revista Ciencies. Cartafueyos Asturianos de Ciencia y Teunoloxía qu'asoleyó l'Academia de la Llingua Asturiana en 2017, nel artículu: *Ciencia práctica. Borrando cuantos de lluz*.

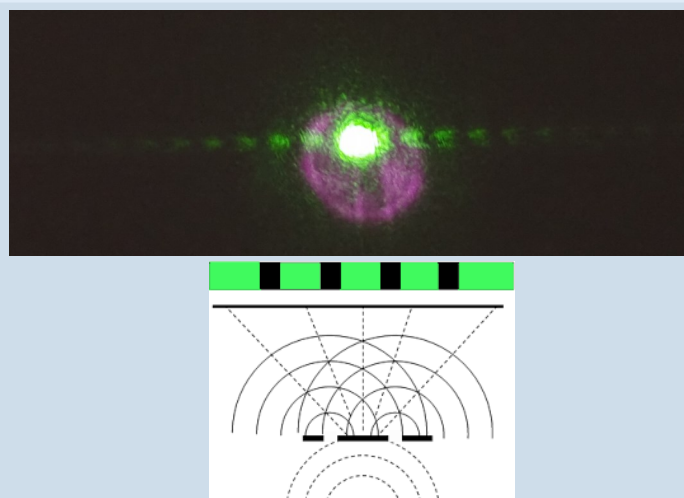


Figura 1. Patrón d'interferencia xeneráu al poner un pelu na trayectoria un feixe de láser verde.

Como nel casu la doble renxixa la lluz vese obligada a dir per ún de los llaos del pelu o pel otru, formando dos frentes d'ondes que interfieren ente ellos.

Pa conocer el gordor del pelu vamos valenos d'una variante de la fórmula pa calcular la llongxitú d'onda:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

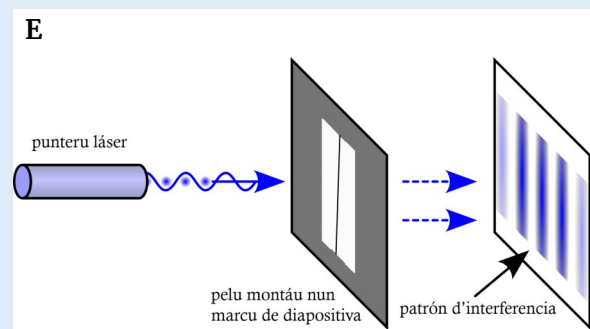
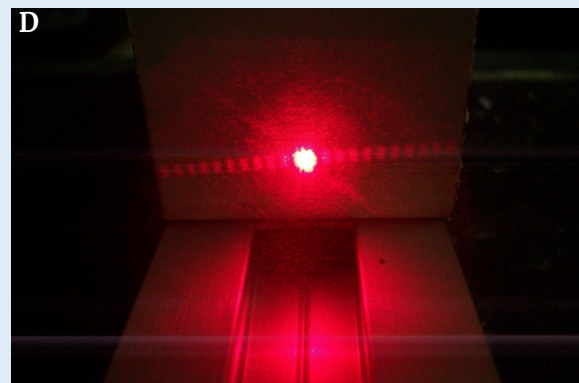
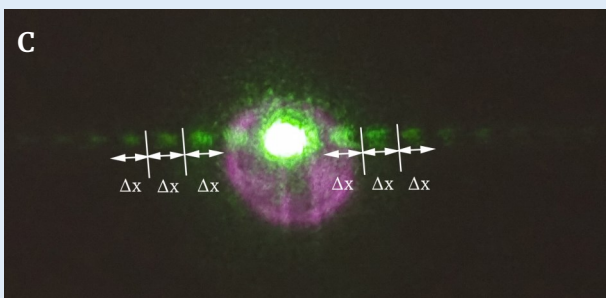
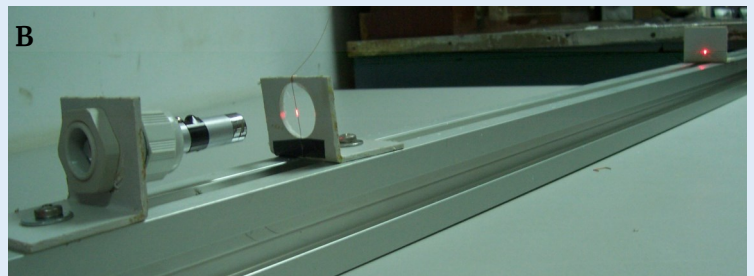
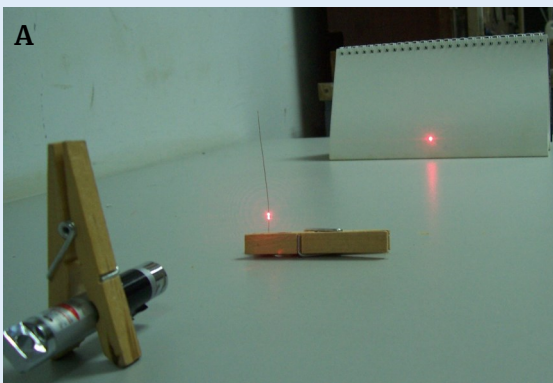
que garra la forma:

$$d = \frac{\lambda \cdot L}{\Delta x}$$

onde  $d$  ye'l gordor del pelu,  $\lambda$  la llongxitú d'onda,  $L$  la distancia dende'l punteru láser a la pantalla, y  $\Delta x$  la distancia ente les faces iluminaes. Esta última distancia sedrá perasemeyada ente toles franxes polo que podemos usar cualesquiera, aunque tamién podemos usar la media de toles midíes. La llongxitú d'onda vamos sacala de la información que trai'l punteru láser, onde siempre apaez ésta.

Por casu, nel casu del patrón qu'apaez na figura 1, la distancia ente franxes yera de 0,46 cm, la distancia a la paré 88 cm, y  $\lambda=533$  nm. Resultó que'l pelu, al aplicar la fórmula, tenía  $101773 \pm 10$  nm, o sía, 0,1 mm aproximadamente.

### L'experimentu n'imaxes



N'A y B amosamos dos modelos de montaxe, ún cenciellu y otu más sofisticáu.

En C vense les midies ente los centros de dos franxes escures,  $\Delta x$ .

D y E amosen un patrón d'interferencia (con láser bermeyu) y l'esquema del montaxe experimental.

## Collabora en Comprendoria

Esti ye un llamáu a cualquier autor (universitariu, profesor, investigador, escritor, estudiosu) venceyáu al mundu científicu y sensible cola cultura asturiana. Solicitamos la so collaboración en Comprendoria con artículos que nos ayuden a ampliar y diversificar la divulgación n'asturianu de la ciencia.

Los artículos han de ser inéditos y orixinales, pudiendo unviase tanto n'asturianu como en castellanu; nel so casu, Sabencia fadrá la torna al asturianu. La temática ye llibre, pero condicionada a tratar dalgún aspeutu de la ciencia, y la estensión debe asemeyase a la de los incluyíos nel presente número 2 de la revista.

Los artículos recibíos van incluyise nos apartaos d'Estudios o Divulgación. P'aquellos empobinaos al apartáu d'Estudios encamiéntase que, siempre que la naturaleza del trabayu lo permita, tean les siguientes estayes: introducción, área d'estudiu, material y métodos, resultaos y discutiniu. Les opiniones y artículos asoleyaos sedrán responsabilidad del autor y pueden nun ser compartíos pola revista.

Esperamos la to collaboración en [sabencia@sabencia.net](mailto:sabencia@sabencia.net).



# SABENCIA

Sociedá Asturiana de les Ciencies

# sabencia.net

Nomenclátor - Léxicos - Compendoria

