Sección transversal de la concha de un cefalópodo nautilus (*Nautilus pompilius*) de la colección del departamento de Biología Ambiental.

UN MUSEO AL SERVICIO DE LA NATURALEZA Y DEL SER HUMANO

La actual sobreexplotación de los recursos naturales y las asiduas crisis —medioambientales y sociales— derivadas del cambio climático nos sitúan en una encrucijada arriesgada. Nos va a exigir respuestas creativas, transversales y aglutinadoras. Así lo ha entendido la Universidad, dentro del Horizonte 2020, que apoya el proyecto del Museo de Ciencias. Y así queda recogido en las tres nociones que forman su lema y abarcan toda su actividad: #TierraBellezaCompromiso.

TEXTO *Laura Juampérez [Com 05]*
FOTOGRAFÍA *Amadeo Urdiain, departamento de Biología Ambiental*

«El 99 por ciento de los habitantes del planeta ha aceptado que el cambio climático no es un futurible, sino una realidad. Solo un 1 por ciento sigue ignorando los graves cambios atribuidos, directa o indirectamente, a la actividad humana, los cuales alteran la composición de la atmósfera e influyen en la variabilidad natural del clima. La acción del hombre se ha vuelto tan determinante que algunos científicos han bautizado a la era geológica actual como el Antropoceno». Bajo esta premisa abrió su conferencia sobre desarrollo sostenible el nobel de Química mexicano **Mario Molina**, invitado el pasado mes de junio a la I Gala Científica celebrada en Navarra —también en el campus de la Universidad— y coordinada por la red pública Aditech.

Pese a la claridad de su advertencia, **Molina** —quien recibió el Nobel en 1995 por descubrir que los CFC (clorofluorocarbonos derivados de los hidrocarburos) habían causado el agujero de la capa de ozono— tuvo un mensaje de esperanza: aún estamos a tiempo de revertir ciertas dinámicas negativas, como el aumento de la temperatura media del planeta o el exceso del CO_2 y el nitrógeno reactivo atmosféricos. De hecho, en opinión de este químico, asesor sobre sostenibilidad durante el Gobierno de **Barack Obama**, bastaría con una inversión equivalente al 3 por ciento del PIB mundial para frenar el cambio climático. Una cantidad asumible —reiteró el Nobel—, pero que nos obliga a una modificación profunda de nuestra mentalidad y hábitos de consumo.

Es aquí donde el proyecto del Museo de Ciencias Universidad de Navarra se puede convertir en una pieza clave para impulsar esa metamorfosis en el campus, e irradiarla después a toda la sociedad. También para hacer propia la llamada del papa **Francisco** a proteger «la casa común» en la encíclica *Laudato si'*: «Hago una invitación urgente a un nuevo diálogo sobre el modo como estamos construyendo el futuro del planeta. Necesitamos una conversación que nos una a todos, porque el desafío ambiental que vivimos, y sus raíces humanas, nos interesan y nos impactan a todos».

Sobre este compromiso se ha levantado uno de los proyectos más ambiciosos de la estrategia Horizonte 2020 de la Universidad: un nuevo museo que ahonda sus raíces en el campus pero que eleva su tronco y sus ramas hacia el concepto universal de comprometerse con la Tierra y su belleza.

EL ORIGEN **#TIERRA**

Tras casi medio siglo de investigación y maduración de ideas y proyectos, la propuesta de algunos visionarios que en la década de los setenta dirigían la Facultad de Ciencias ha tomado la forma de un nuevo Museo orientado a promover y salvaguardar la biodiversidad de nuestro planeta.

Corría el año 1972 cuando el profesor **Rafael Jordana** se trasladó a Pamplona. Don **Francisco Ponz** —rector de la Universidad entre 1966 y 1979 y también doctor en Ciencias Naturales— le planteó incorporarse desde la Universidad de la Laguna para encargarse, a partir de 1974, del nuevo departamento de Zoología de la Universidad de Navarra. Al llegar, **Jordana** se encontró con una colección incipiente de docencia, elaborada a partir de ejemplares de insectos, cráneos de ratones, egagrópilas de lechuzas, etcétera, almacenados en «botes de guerrilla» que reposaban en las estanterías de un pasillo en los sótanos del Edificio de Castaños.

Rafael Jordana ideó entonces un código taxonómico que permitía organizar todo el material de modo que estuviera ordenado y accesible, contando con la colaboración de **Juani Cruchaga**, **Antonio Campoy**, **María del Carmen Escala** y **Luis Herrera**. En realidad, el profesor **Jordana** veía que aquel trabajo diario, fruto de la investigación desplegada en el campo por docentes y alumnos,

① Calcita en forma septaria, una roca sedimentaria.
② Molusco pectinárido del género *Spondylus*.
③ Pareja de alcaravanes, *Burhinus oedicnemus*.
④ Rodocrosita, un mineral del manganeso.
⑤ Dos de las cinco clases de equinodermos: los erizos de mar (*Echinoidea*) y las ofiuras (*Ophiuroidea*).
⑥ Un macho y varias hembras de la mariposa ícaro, *Polyommatus icarus*, del sur de Navarra.
⑦ Tres estrellas de mar del Mediterráneo: *Asterians rubens*, *Oreaster reticulatus* y *Astropecten aurantiacus*.
⑧ Un frailecillo común (*Fratercula arctica*) y su esqueleto.
⑨ Un falso coral, *Stylaster californicus*, recogido en San Diego (clase Hydrozoa, orden Anthoathecata), entre dos corales pétreos (clase Anthozoa, orden Scleractinia).

1

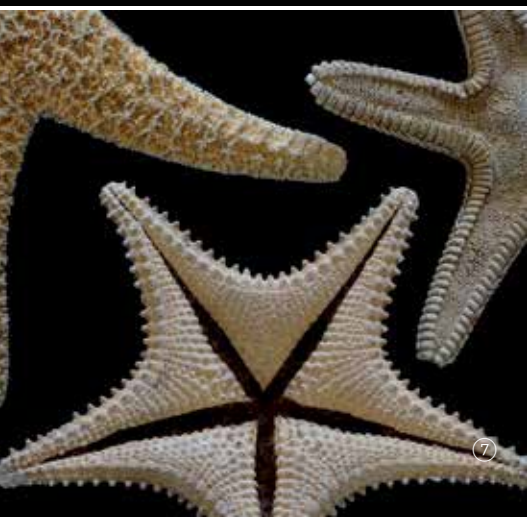
2

3

4

5

6


7

8

9

empezaba a configurar un verdadero mapa de la biodiversidad en una comunidad de por sí diversa, como es Navarra.

Con la certeza de estar iniciando «algo grande», prepararon una petición para el decanato de Ciencias que ahora, casi cincuenta años después, se antoja una premonición: Todo esto tiene como finalidad crear un Museo de Zoología de la Universidad que, por otra parte, es algo que existe en muchas universidades europeas. Quizás sea el principio de un Museo de Ciencias Naturales [...]».

ADMIRAR LO ORDINARIO #BELLEZA

En la actualidad el Museo de Ciencias conserva —principalmente en los sótanos del Edificio de la Biblioteca de Ciencias, donde se custodia la mayor parte de sus fondos, pero también en otras dependencias del campus— más de veinticinco millones de ejemplares de animales y plantas pertenecientes a diez mil especies. En total, incorpora más de un millón de registros museísticos (objetos catalogados).

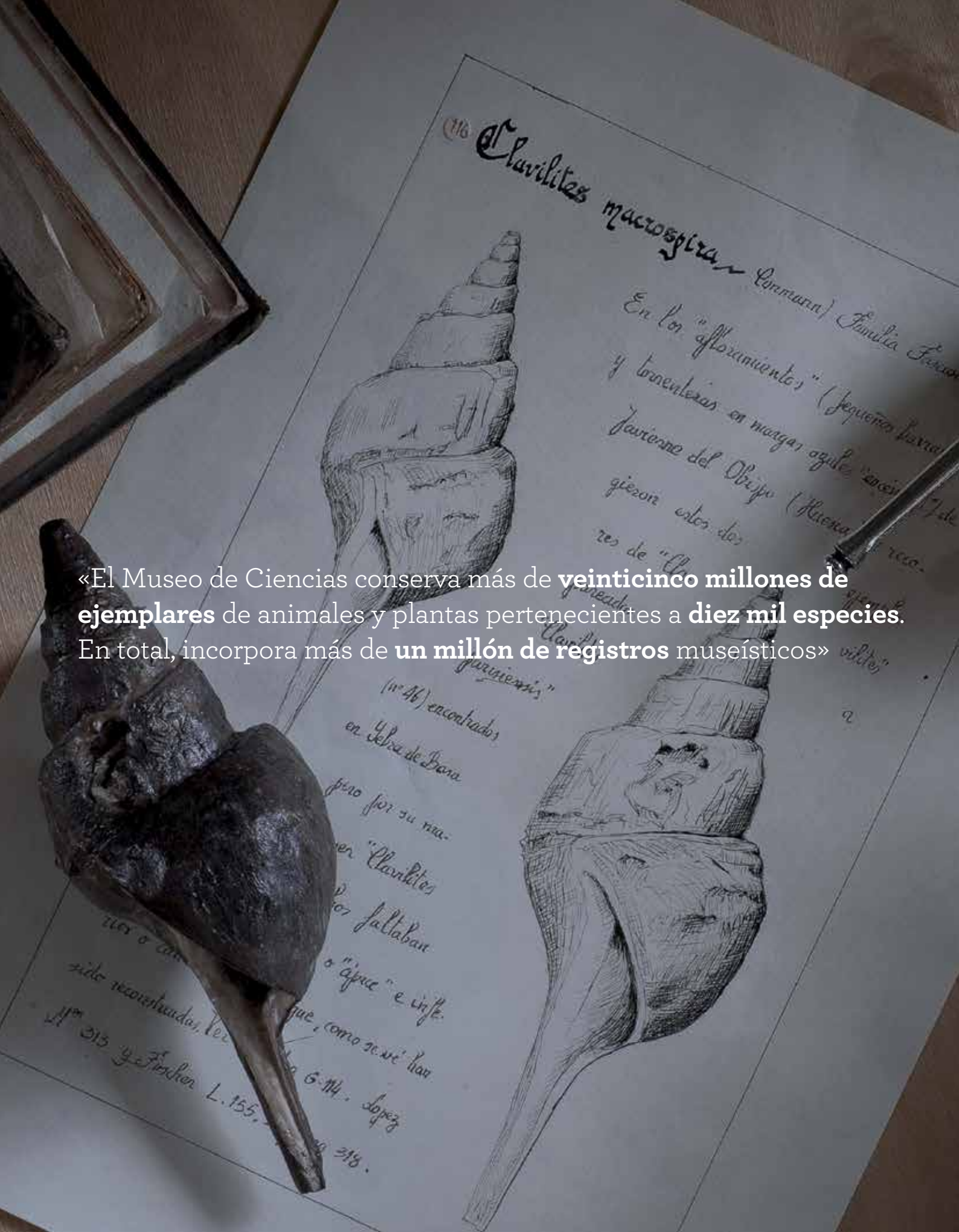
La mayor parte de las piezas corresponde a una de sus doce colecciones —la denominada Colección de Zoología—, compuesta por ejemplares recogidos en campo en asignaturas prácticas y, sobre todo, como material de las casi ciento sesenta tesis doctorales defendidas en el actual departamento de Biología Ambiental y en los precursores departamentos de Botánica y de Zoología y Ecología. El resto, alrededor de dieciséis mil ejemplares, han sido legados a la Universidad en once colecciones. La más numerosa —la Colección Lecároz— fue donada en 1995 por el Colegio de los Padres Capuchinos de esta localidad navarra. Tres años después, en 1998, muchas de sus piezas, casi siete mil, se expusieron en un centenar de vitrinas colocadas en las cinco plantas del Edificio de Ciencias. Desde entonces han estado accesibles al público de forma gratuita. Y, gracias a la voluntad de los técnicos del Museo y de decenas de estudiantes de doctorado, reciben la visita anual de más de dos mil escolares.

Otra de las colecciones más numerosas es la integrada por cien mil pliegos de plantas catalogadas en el Herbario PAMP, iniciado en 1964 por **Taurino Mariano Losa** y continuado por **María Luisa López**, quien lo mantuvo y amplió durante años con ejemplares de plantas y musgos recolectados por toda la Comunidad foral. Desde comienzos de los ochenta, estos fondos fueron conformando uno de los mayores catálogos de plantas de Navarra. Incluía información sobre su procedencia, usos medicinales tradicionales y como base para estudios sobre calidad del aire, entre otros aspectos. Ese ha sido el caso de varias publicaciones preparadas a partir de la recolección, el análisis y el procesamiento de los datos obtenidos tras treinta años tomando muestras de briofitos (musgos) en los bosques navarros. Estas plantas, como avalaron varios estudios dirigidos por la profesora **Alicia Ederra**, actúan como auténticos biomarcadores de la calidad del aire al ser depositados en ellos, durante un largo periodo de tiempo, distintos contaminantes atmosféricos.

Estos trabajos ejemplifican docenas de estudios sobre Ecología desarrollados gracias a la colaboración permanente entre distintas generaciones de científicos. Así, los ejemplares recogidos por un investigador concreto servían de base para la tesis doctoral de otro colega. La propia digitalización de las distintas colecciones —que se inició en los años ochenta con un primer sistema informatizado que desarrolló el Museo, llamado Zootrón— ha sido un trabajo en equipo; así como su volcado en las bases de datos de redes internacionales.

Y una labor titánica, que incluye cotejar cada identificación, confirmar que es correcta y adecuarlo todo a los estándares internacionales. Hasta la fecha se ha digitalizado el 95 por ciento de los ejemplares,

Fósil de *Clavilithes macrospira* junto a sus correspondientes anotaciones en el cuaderno de trabajo (donación J. L. Nagore).



«El Museo de Ciencias conserva más de **veinticinco millones de ejemplares** de animales y plantas pertenecientes a **diez mil especies**. En total, incorpora más de **un millón de registros** museísticos»

el 70 por ciento de los registros y el 30 por ciento de las especies. Pero digitalización no es sinónimo de accesibilidad. De hecho, resulta habitual que los museos de ciencias tengan digitalizado un porcentaje de sus fondos y hagan accesible solo una parte a través de plataformas como GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Esta red internacional promueve la disponibilidad en internet de información sobre diversidad ecológica. En ella el Museo de Ciencias de la Universidad es el nodo español que más datos suministra.

HORA DE ACTUAR #COMPROMISO

A pesar del gran esfuerzo que implicaba esta labor, el Museo se unió al proyecto de GBIF desde sus inicios, a mediados de la década pasada, al ver indispensable disponer de información veraz sobre el estado de la biodiversidad del planeta. «Si no conocemos el punto de partida (cuántas especies pueblan la Tierra, cuál es su evolución y estado) no se pueden diseñar estrategias de gestión orientadas a preservarlas. De hecho, los científicos alertamos de que millones de ellas podrían estar desapareciendo en la actualidad sin conocer su existencia», detalla el director científico del Museo, el profesor **Arturo Ariño**.

El desconocimiento sobre la biodiversidad constituye un problema de gran calado que afecta también a las colecciones mantenidas en universidades, instituciones y depósitos de todo el mundo. Según una estimación realizada por el propio **Ariño** para GBIF, donde fue vicepresidente del comité científico entre 2011 y 2015, en estos depósitos podrían guardarse hasta cuatro mil millones de ejemplares, pero apenas un 5 por ciento se halla a disposición de la comunidad científica.

«Los fondos de los museos de ciencias tienen una triple misión: conservar la información, permitir su estudio y facilitar su difusión, con el objetivo de servir de base a estudios sobre biodiversidad que partan de un conocimiento no solo de la situación actual, sino en otras épocas de la historia. Para ello las colecciones de historia natural, como la nuestra, se han vuelto cruciales». Tanto es así que, desde su puesta en marcha, la información facilitada por GBIF ha permitido la publicación de más de seis mil artículos científicos.

Uno de ellos fue el trabajo de doctorado de **Andrea Pino del Carpio** en el departamento de Biología Ambiental de la Facultad de Ciencias. Su propósito era analizar, precisamente, la calidad y coincidencia de los datos sobre biodiversidad en las Reservas de la Biosfera en México y España a partir de tres fuentes: el propio GBIF, la literatura científica y la información en poder de las Administraciones que gestionan los espacios protegidos.

Los resultados representaron una auténtica llamada de atención: tan solo el 72 por ciento de la información de estas tres instituciones coincidía en nuestro país. Salió a la luz un agujero negro de miles de datos —sobre todo de peces de agua dulce— que no se comparten y, por lo tanto, pueden no tenerse en cuenta a la hora de diseñar políticas de protección de especies, algunas de ellas en peligro de extinción.

Asimismo, el objetivo de hacer público el enorme patrimonio que descansa en museos y colecciones se ha topado en los últimos años con otro problema: la capacidad de estos centros para digitalizar sus fondos avanza a un ritmo menor que el de la acumulación de material, proveniente de la investigación, pero también de nuevas fuentes, como la observación de los propios ciudadanos: «Solo el uso de la tecnología y la interconexión de bases de datos podrían revertir esta situación que, a día de hoy, nos trasladaría más allá del año 2200 para conocer las colecciones de ciencia de todo el mundo», señala el experto en Ecología Estadística.

① Un ejemplar de herbario (*Primula acaulis* L.) junto a una ilustración de un tratado de Botánica.
② Joven águila real (*Aquila chrysaetos*). En segundo plano, el milano real (*Milvus milvus*).
③ Mandíbula de tiburón (género *Carcharhinus*).
④ Alcatraces atlánticos, *Sula bassana*.
⑤ Varios ejemplares de macroinvertebrados dulceacuícolas.
⑥ Pirolusita, un dióxido de manganeso.
⑦ Dos ramas de un mismo tronco: los vertebrados (caballito de mar, pez del género *Hippocampus*), y sus únicos parientes invertebrados, los equinodermos (estrella de mar, *Marthasterias glacialis*).
⑧ Fósiles de *Ammonites*, un animal del Paleozoico.
⑨ Aunque parece una gorgonia (grupo de los corales), el gorgoncéfalo, *Astrospartus mediterraneus*, es un equinodermo.
⑩ Esqueleto completo de *Pagellus bogaraveo*, el besugo.
⑪ Culebra de escalera, *Rhinechis scalaris*, endémica del sur de Europa.

①

②

③

④

⑤

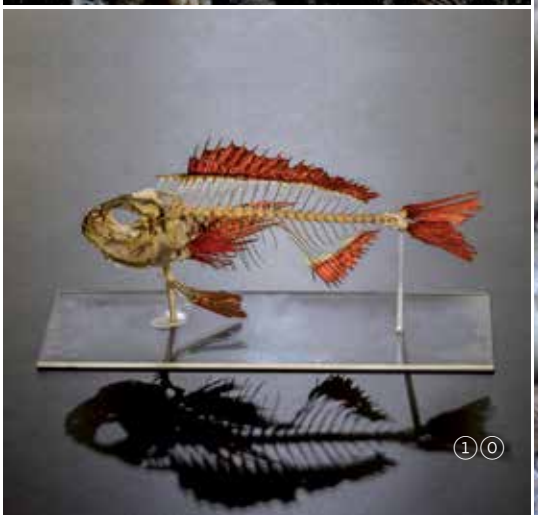
⑥

⑦

⑧

⑪

⑨


⑩

MUSEO UNIVERSITARIO INVESTIGADOR

El esfuerzo realizado por el Museo de Ciencias para digitalizar y compartir sus fondos ha dado como resultado el primer premio a una investigadora española en la categoría Young Researcher para la doctoranda **Nora Escribano** [Bio 13], otorgado este año por GBIF.

Este galardón ha reconocido la accesibilidad de la información en esta plataforma de miles de muestras tomadas entre 2005 y 2015 en cuatrocientos puntos de ríos y arroyos de la cuenca del Ebro. «Mi función —detalla **Nora**— ha consistido en extraer información de esas muestras, recopiladas por otros muchos compañeros del departamento, como **Javier Oscoz** [Bio 95 PhD 03]; crear después un protocolo estandarizado, disminuir los errores y optimizar las comparaciones, de modo que la información se ajuste a los estándares internacionales y se convierta en material sobre el cual otros investigadores profundicen; por ejemplo, en el análisis sobre el estado de distintas especies de agua dulce en el Ebro, su evolución en los últimos años, la presencia de invasoras o la influencia del calentamiento global en los habitantes de esta importantísima cuenca hidrográfica».

Otra de las funciones de los museos de ciencias naturales es actuar como bancos de ADN. «Al igual que existe un depósito de semillas donde se mantienen todas las especies comestibles conocidas en el mundo —situado bajo el hielo en la isla noruega de Svalbard— los museos de ciencias somos reservorios de ejemplares que estamos obligados a conservar, también ante su eventual desaparición. En nuestro caso, suministramos esos tejidos a bancos de ADN, de modo que la información genética sobre esa especie se conserve, aunque esta pueda desaparecer de su entorno natural», añade **Ariño**.

La mayor parte de los ejemplares, que se envían a un banco de tejidos español, son micromamíferos (de tamaño inferior a veinte centímetros), convenientemente preservados para garantizar su conservación. El mantenimiento ordinario exige procesos diferentes en función de cada tipo de ejemplar. En general, requieren de condiciones frías y secas. La humedad para muchas colecciones resulta dañina —como para las mariposas, por ejemplo, ya que permite la proliferación de pequeños insectos, microbios, etcétera, que pueden descomponerlas con rapidez—. Así, los fondos del Museo permanecen, durante todo el año, con una temperatura de 18 ºC y una humedad estable del 50 por ciento. Otro requisito fundamental para que estas piezas continúen inalterables suele ser la oscuridad, por la misma razón: la luz degrada y decolora los ejemplares.

Por su parte, los animales de tejidos blandos (como los peces) primero se «fijan» con soluciones preservantes y luego se conservan definitivamente sumergidos en otros líquidos, como alcohol etílico, tras un procedimiento de manipulación en el cual trabajan los técnicos expertos del departamento de Biología Ambiental.

UN MUSEO QUE EDUCA Y DIVULGA LA CIENCIA

En la actualidad el Museo es depositario de once colecciones, aparte de la ya mencionada de Investigación, donadas por naturalistas y aficionados desde 1973 —cuando **Adolfo Rupérez** inició su colección de mil ochocientos lepidópteros (mariposas) fruto de estudios agronómicos e incluyó una gran colección de *Parnassius apollo*, dentro de la cual se encontró una subespecie de gran valor ecológico— hasta la actualidad. En 2018 se ha recibido la Colección Biosca, integrada por grandes piezas naturalizadas.

Entres esos años, en 1980 **De la Pisa** comienza a recolectar un centenar de lepidópteros que donará posteriormente al Museo; en 1987 llegó la Colección Gómez-Bustillo y Anfruns, también de lepidópteros, con ejemplares de gran tamaño de todo el mundo; y en 1995 se recibió la Colección Lecároz que, como ya se ha mencionado, permanece en su mayoría expuesta en el Edificio de Ciencias. El conjunto contiene mamíferos, aves, reptiles, anfibios, invertebrados y artrópodos de los cinco continentes recopilados por personas de la Orden de los Padres Capuchinos desde 1891.

En 1998 se sumaron al Museo dos colecciones más: la de **Pérez Íñigo** y la de **José del Río**. La primera, con preparaciones de microscopía de ácaros oribátidos de Brasil, islas Azores y Canarias. La segunda, donada por su viuda, **Isabel Almagro**, con 3 500 piezas de conchas de 2 500 taxones distintos de moluscos hallados en diversos mares.

En 2004 y 2015, respectivamente, llegaron dos colecciones que han dotado al Museo de una sección de rocas, minerales y fósiles. Por un lado, la colección de **Manuel Marten**, con 1 400 ejemplares de estos tres campos, y por el otro, la Colección Nagore, que incluye fósiles, pero también conchas de moluscos de 711 taxones distintos y 2 400 piezas de mariposas.

Alrededor de las colecciones se han articulado, durante los últimos años, acciones de educación y sensibilización sobre la ciencia y su valor social y cultural. Junto con las visitas escolares, eventos como las Semanas de la Ciencia y la Tecnología o el Día Mundial del Medioambiente han servido para abrir el Museo a la ciudadanía mediante talleres, conferencias y debates sobre distintas temáticas, siempre en un tono divulgativo.

El impulso del proyecto en 2018 —con el planteamiento de un nuevo edificio que albergará, entre otras instalaciones, las colecciones del Museo— puede facilitar que las acciones de educación se multipliquen. También permitirá disponer de medios tecnológicos y audiovisuales (como salas de realidad virtual, pantallas interactivas

y talleres para experimentos) adaptados a un modo de contar la ciencia lúdico, atractivo y participativo.

«La tecnología está suponiendo un antes y un después para los museos de Ciencias Naturales ya que, sean grandes o pequeños, conocidos o desconocidos, internet y los medios de comunicación social facilitan que sus visitantes puedan ser, potencialmente, millones de personas. Esto, sumado a la necesidad de actuar frente a los enormes retos medioambientales de nuestra época, hace que este sea el mejor momento para sacar adelante un proyecto histórico en la Universidad», explica **Ignacio López-Goñi**, catedrático de Microbiología, divulgador científico y director del Museo.

Del mismo modo entiende esta iniciativa su primer impulsor, el profesor **Rafael Jordana**: «Los museos de Ciencias Naturales están llamados a pasar de oscuros archivos conocidos y usados solo por especialistas, a constituirse en fuentes de un recurso indispensable para la gestión de la naturaleza, como es el conocimiento de la biodiversidad».

Y también el rector, **Alfonso Sánchez-Tabernero**, quien lo incluía así entre los proyectos de Horizonte 2020: «Tenemos una de las mejores colecciones de Ciencias Naturales de este país, una Facultad de Ciencias que imparte los grados de Biología y de Ciencias Ambientales y en la Facultad de Comunicación existe ya un bagaje en el área de divulgación científica. Además, año a año, recibimos la visita de cientos de escolares y miles de estudiantes nacionales e internacionales a los que apasiona la naturaleza y están dispuestos a comprometerse con su protección. Diría que con todos estos ingredientes no hay duda de que este proyecto es necesario. Ahora buscaremos, una vez más, el apoyo de muchas personas que nos ayuden a hacerlo posible».

¿Te sumas?: #TierraBellezaCompromiso.

DE CERCA

Las series tipo del Museo

Entre los veinticinco millones de ejemplares que integran las colecciones del Museo de Ciencias, un pequeño grupo, 1 136 piezas, corresponde a un conjunto muy especial: las series tipo. Estas series, 304 en total, son especies descritas por primera vez para la ciencia, cuyos ejemplares deben conservarse de forma adecuada en un museo para que sobre ellos se base la descripción original de esa especie. Así, existe una serie tipo del elefante africano o del tigre de Siberia. Incluso del ser humano, aunque no se guarde un ejemplar tipo. El «modelo de referencia» taxonómico de nuestra especie *Homo sapiens* es **Carl von Linneo**, en honor a este botánico sueco del siglo XVIII que desarrolló la nomenclatura binomial que empleamos hoy para todas las especies.

El conjunto, a su vez, se engloba en cuatro *phyla* (grupos) diferentes: insectos, arácnidos, invertebrados y plantas. La mayoría (158) son insectos, seguidos de arácnidos (89). Además, el 28 por ciento de ellas son raras (no han vuelto a encontrarse en la naturaleza). No obstante, han sido mencionadas hasta en 1 162 ocasiones en trabajos científicos publicados en todo el mundo en las últimas cuatro décadas.

Otro dato relevante es que la mayor parte, el 68 por ciento, son especies descubiertas en España. Y casi la mitad de estas (el 58 por ciento) se recopilaron en Navarra. Estas cifras resultan reseñables en el contexto de la investigación sobre biodiversidad que se desarrolla en la Facultad de Ciencias desde sus inicios, respaldada en buena medida por hallarse en un entorno privilegiado, ya que la Comunidad foral es una de las regiones más variadas del país en este aspecto.

En ella confluyen tres regiones biogeográficas: la alpina, la atlántica y la mediterránea. Además, según los expertos, posee un índice de conservación elevado, debido en buena medida a su baja densidad de población. En Navarra se han identificado 2 652 especies de helechos y plantas de flores (el 20 % de las existentes en Europa), 27 de peces (el 18 % de la UE), 43 de anfibios y reptiles (el 24 % del total de la UE), 236 aves distintas (el 47 % de la UE) y 75 de mamíferos (el 50 %).