ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

VOLUMEN 92. NUMERO 3 (2026)
JULIO - SEPTIEMBRE
ACCESO ABIERTO



www.analesranf.com
Publicación Científica Electrónica Trimestral de Acceso Abierto

ANALES RANF

REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA DE ESPAÑA

REVISTA CIENTÍFICA
VOLUMEN 92 · AÑO 2026 · NÚMERO 03
DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.
.ISSN-L: 1697-4271 E-ISSN: 1697-428X

VOLUMEN 92. NÚMERO 3 (2026) · JULIO - SEPTIEMBRE



SUMARIO

CARTA AL EDITOR

CRÍTICA JURÍDICO-TÉCNICA DE LA DISPOSICIÓN FINAL PRIMERA DEL REAL DECRETO-LEY 12/2026, DE 26 DE MAYO, POR EL QUE SE MODIFICA EL ARTÍCULO 102.6.A) DEL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE GARANTÍAS Y USO RACIONAL DE LOS MEDICAMENTOS Y PRODUCTOS SANITARIOS
ALFONSO NOGUERA PEÑA

ARTÍCULOS

LA FARMACIA EN LA SECCIÓN DE QUÍMICA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE FRANCIA EN LOS PRIMEROS CIENTO CINCUENTA Y CINCO AÑOS DEL INSTITUTO DE FRANCIA (1795-1950). PARTE I
AGUSTÍN GARCÍA ASUERO

LA FARMACIA EN LA SECCIÓN DE QUÍMICA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE FRANCIA EN LOS PRIMEROS CIENTO CINCUENTA Y CINCO AÑOS DEL INSTITUTO DE FRANCIA (1795-1950). PARTE II
AGUSTÍN GARCÍA ASUERO

EFECTOS FARMACOLÓGICOS Y SEGURIDAD DE *BIXA ORELLANA*: EVIDENCIA EN MODELOS *IN VIVO* Y ESTUDIOS CLÍNICOS
SANDRA LILIANA HERNÁNDEZ-SALÓN Y MIGUEL ARTAVIA SOLÍS

ANALES
RANF
www.analesranf.com

Revista editada por:

REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA ESPAÑA
Calle de la Farmacia, 9-11 (Madrid)
Teléfonos: 91 531 65 51
I.S.S.N 1697-428X
I.S.S.N-L 1697-4271
DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.

Esta publicación está subvencionada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Comité Editorial

Presidente

Doadrio Villarejo, Antonio L.
Universidad Complutense de Madrid.

Directora Ejecutiva

Salaices Sánchez, Mercedes.
Universidad Autónoma de Madrid.

Editor Científico

Menéndez Ramos, José Carlos
Universidad Complutense de Madrid.

Editor Adjunto

Manuel Tirado Juárez
RANF

Consejo Editorial

Avendaño López, Carmen.
RANF
Ribas Ozonas, Bartolomé.
RANF
Villar del Fresno, Ángel María.
RANF
Lacadena Calero, Juan Ramón.
RANF
González Bueno, Antonio I.
UCM
Salinas Sánchez, Antonio J.
UCM
Cuéllar Rodríguez, Santiago
RANF

Consejo Asesor

Abelló Gallo, Juan. Alcaliber
Adolfo Pérez Miravete. Inst. Pol. Nac. (México)
Alonso Fernández, María José. USC
Arancibia Orrego, Aquiles. U. de Chile (Chile)
Badimon Maestro, Lina. U. Barcelona
Badimon, Juan José. Mount Sinai. School Medicine (USA)
Barcina Angulo, Yolanda. U. Navarra
Basante Pol, Rosa. UCM
Blasco Marhuenda, María. CNIO
Cabezas Fernández del Campo, J. Antonio. RANF
Cuervo, Ana María. Albert Einstein Institute (USA)
Sánchez Mata, Daniel P. UCM
del Castillo García, Benito. RANF
Domínguez-Gil Hurlé, Alfonso. RANF
Elguero Bertolini, José. RACEFyN
Esteban Rodríguez, Mariano. CNB-CSIC
Ganellín, Robin. Univ. Coll. London (UK)
García Asuero, Agustín. U. Sevilla
García Sacristán, Albino. UCM
García Sastre, Adolfo. Icahn - Mount Sinai (USA)
Girbes Juan, Tomás. U. Valladolid
Gómez-Serranillos Cuadrado, Mª Pilar. UCM
González Bueno, Antonio I. UCM
Imai, Kazuhiro. U. Musashino (JAPAN)
Izpisúa Belmonte, J.C. San Diego Institute of Science
Ley, Steven. U. Cambridge (UK)
Marcos Sánchez, Ascensión. ICTAN-CSIC
Martínez Fernández, Antonio Ramón. RANF
Martínez Hernández, José Alfredo. IMDEA
Martínez Lanao, José. U. Salamanca
Martínez, Jean. U. Montpellier (France)
Medina Jiménez, José Mª. RANF
Molina Martín, María. UCM
Moro Sánchez, Mª Ángeles. CNIC
Ortega Ortiz de Apodaca, Fidel. U. de Alcalá
Ortiz Melón, José Miguel. U. Cantabria
Pace, Vittorio. U. Torino (Italy)
Pedraz Muñoz, José Luis. U. País Vasco
Portha, Bernard. Paris Diderot Univ. (France)
Puerto Sarmiento, Javier. RANF - RAH
Ribeiro, J. Alexandre. U. de Lisboa (PT)
Rodríguez Artalejo, Antonio. UCM
Simmonsen, Ulf. U. Aarhus (Denmark)
Tamargo Menéndez, Juan. UCM
Vallet Regí, María. UCM
Zimmermann, Herbert. U. Frankfurt (Germany)

ANALES
RANF
www.analesranf.com

ÍNDICE

Crítica jurídico-técnica de la Disposición final primera del Real Decreto-ley 12/2026, de 26 de mayo, por el que se modifica el artículo 102.6.a) del texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios 255
Alfonso Noguera Peña

La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte I 257
Agustín García Asuero

La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte II 275
Agustín García Asuero

Efectos farmacológicos y seguridad de *Bixa orellana*: evidencia en modelos *in vivo* y estudios clínicos 297
Sandra Liliana Hernández-Salón y Miguel Artavia Solís

ANALES RANF
www.analesranf.com

ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

CARTA AL EDITOR

Crítica jurídico-técnica de la Disposición final primera del Real Decreto-ley 12/2026, de 26 de mayo, por el que se modifica el artículo 102.6.a) del texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios

Legal and Technical Critique of the First Final Provision of Royal Decree-Law 12/2026 of 26 May, amending Article 102.6(a) of the consolidated text of the Law on Guarantees and the Rational Use of Medicines and Medical Devices

Alfonso Noguera Peña

Funcionario de carrera del Cuerpo de Farmacéuticos Titulares del Estado.
Doctor en Historia de la Farmacia y Legislación Farmacéutica. Universidad Complutense de Madrid.
Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Plaza de Ramón y Cajal, s/n, 28040 Madrid, España.

e-mail: alfnogue@ucm.es

Recibido el 27 de mayo de 2026; aceptado el 21 de septiembre de 2026
Disponible en internet el 30 de septiembre de 2026

Sr. Editor:

Tras leer la Disposición final primera del Real Decreto-ley 12/2026, de 26 de mayo (1), resulta oportuno formular algunas objeciones desde la perspectiva de la técnica normativa y de los límites constitucionales del decreto-ley. La citada disposición introduce una modificación sustantiva del régimen de aportación farmacéutica que carece de conexión material suficiente con el objeto principal de la norma: la declaración de acontecimientos de excepcional interés público y la regulación de sus beneficios fiscales asociados.

En primer lugar, cabe objetar la vulneración del principio de homogeneidad normativa. Y ello con base en que el contenido principal de esa norma jurídica se centra en medidas de naturaleza tributaria y promocional vinculadas a acontecimientos de excepcional interés público. Sin embargo, la referida disposición final primera modifica el artículo 102.6.a) del texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios (2). Existe, por tanto, una evidente heterogeneidad material entre el núcleo regulatorio de la norma —beneficios fiscales y acontecimientos públicos— y la modificación sanitaria y farmacéutica introducida.

El Tribunal Constitucional ha exigido reiteradamente un mínimo de conexión funcional o teleológica entre las disposiciones incorporadas y el objeto de la norma. La inclusión de una corrección del copago farmacéutico en una disposición dedicada a incentivos fiscales para eventos culturales y deportivos puede considerarse contraria a las exigencias de se-

DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.01
ISSN: 1697-4271 E-ISSN: 1697-428X/Derechos Reservados © 2026 Real Academia Nacional de Farmacia.
Este es un artículo de acceso abierto

guridad jurídica del artículo 9.3 de la Constitución Española (3).

En segundo lugar, debe destacarse la insuficiente «conexión de sentido» exigida por el artículo 86 de la Constitución (3). La jurisprudencia constitucional requiere, además de la concurrencia de extraordinaria y urgente necesidad, una relación directa entre la situación de urgencia y las medidas adoptadas. Sin embargo, la urgencia que justificaría la declaración de acontecimientos de excepcional interés público no guarda relación inmediata con la rectificación del régimen de aportación farmacéutica.

Aunque el legislador justifica la reforma alegando que el Real Decreto-ley 11/2026 (4) introdujo erróneamente la referencia al carácter «mensual» de la aportación máxima, dicha corrección técnica debería haberse aprobado mediante una norma autónoma y específica, y no a través de una disposición final insertada en una norma de carácter fiscal-promocional.

Asimismo, la disposición suscita objeciones por afectar a principios de buena regulación recogidos en el artículo 129 de la Ley 39/2015 (5), en particular los de seguridad jurídica, transparencia y coherencia normativa.

En conclusión, nos hallamos ante un nuevo ejemplo del uso expansivo de las disposiciones finales como mecanismo para introducir reformas ajenas al contenido central de la norma, lo que desdibuja la función constitucional del decreto-ley como instrumento excepcional reservado a supuestos de extraordinaria y urgente necesidad.

REFERENCIAS

1. Real Decreto-ley 12/2026, de 26 de mayo, por el que se declaran diversas iniciativas y programas como acontecimientos de excepcional interés público. BOE n.º 129, de 27 de mayo de 2026, págs. 71797-71812.
2. Real Decreto Legislativo 1/2015, de 24 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios. BOE n.º 177, de 25 de julio de 2015, págs. 62935-63030; rect. BOE n.º 306, de 23 de diciembre de 2015, pág. 121482.
3. Constitución Española. BOE n.º 311, de 29 de diciembre de 1978, págs. 29313-29424; rect. BOE n.º 7, de 8 de enero de 1979, pág. 570.
4. Real Decreto-ley 11/2026, de 12 de mayo, por el que se modifica la aportación de los usuarios y sus beneficiarios en la prestación farmacéutica ambulatoria. BOE n.º 116, de 13 de mayo de 2026, págs. 65845-65854.
5. Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas. BOE n.º 236, de 2 de octubre de 2015, págs. 89343-89410.

Si desea citar nuestro artículo:
Crítica jurídico-técnica de la Disposición final primera del Real Decreto-ley 12/2026, de 26 de mayo
Alfonso Noguera Peña
An Real Acad Farm (Internet).
An. Real Acad. Farm. Vol. 92. nº 3 (2026) · pp. 255-256
DOI:http://dx.doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.01

ANALES RANF
www.analesranf.com

ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

ARTÍCULO DE REVISIÓN

La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte I

The Pharmacy in the Chemistry Section of the French Academy of Sciences in the First One Hundred Fifty-Five Years of the Institute of France (1795-1950). Part I

Agustín García Asuero, HonFRSC

Académico de número de la Real Academia Nacional de Farmacia de España

e-mail: asuero@us.es

Recibido el 26 de marzo de 2026; aceptado el 4 de abril de 2026
Disponible en internet el 30 de septiembre de 2026

PALABRAS CLAVE

Instituto de Francia
Primera Clase
Sección de Química
Sociedad de Farmacia de París
Escuela de Farmacia

RESUMEN

En la primera parte de este trabajo se formula una introducción a los comienzos del Instituto de Artes y Ciencias de Francia, creado por la Convención tras la supresión de las Academias. Se presta atención a los primeros miembros pertenecientes a la Sección de Química de la Clase 1.ª de Ciencias Físicas y Matemáticas en los inicios del funcionamiento del Instituto, a finales del siglo XVIII. Se incide de forma especial en los farmacéuticos que forman parte de los seis miembros de la Sección de Química. Aspectos tales como la creación del Colegio de Farmacia, de la Escuela de Farmacia, de la Sociedad de Farmacia de París (origen de la Academia Nacional de Farmacia) o de la Escuela de Salubridad de París, que se enmarcan en el contexto de la época, también han sido objeto de consideración. Los farmacéuticos han sido elementos activos en la creación, funcionamiento y gestión de importantes sociedades científicas, como se comprueba a lo largo de esta memoria. La farmacia ha sido no pocas veces uno de los aspectos olvidados de la química, hasta el punto de omitirse en los estudios llevados a cabo contribuciones importantes realizadas por farmacéuticos y médicos con formación química. Se pone a disposición de los lectores una abundante bibliografía que puede servir como fuente de información a los estudiosos interesados en esta temática.

DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.02
ISSN: 1697-4271 E-ISSN: 1697-428X/Derechos Reservados © 2026 Real Academia Nacional de Farmacia.
Este es un artículo de acceso abierto

ANALES RANF
www.analesranf.com

KEYWORDS

Institute of France
First Class
Chemistry Section
Pharmaceutical
Society of Paris
School of Pharmacy

ABSTRACT

The first part of this study introduces the beginnings of the French Institute of Arts and Sciences, created by the Convention after the suppression of the Academies. Attention is given to the first members of the Chemistry Section of the First Class of Physical and Mathematical Sciences at the Institute's inception in the late 18th century. Special emphasis is placed on the pharmacists among the six members of the Chemistry Section. Aspects such as the creation of the College of Pharmacy, the School of Pharmacy, the Paris Pharmaceutical Society (the precursor of the National Academy of Pharmacy) and the Paris School of Public Health, all within the context of the period, are also considered. Pharmacists have been active participants in the creation, operation and management of important scientific societies, as demonstrated throughout this study. Pharmacy has often been one of the overlooked aspects of chemistry, to the point that important contributions made by pharmacists and chemically trained physicians have been omitted from studies. A substantial bibliography is provided, which can serve as a valuable source of information for scholars interested in this subject.

1. INTRODUCCIÓN

Las Academias fundadas por Luis XIII (1601-1643), el Justo, y Luis XIV (1638-1715), el Grande —Francesa (1635), de Inscripciones y Bellas Letras (1663), de Ciencias (1666), de Pintura y Escultura (1648) y de Arquitectura (1671)—, adscritas posteriormente al Instituto Nacional de Artes y Ciencias de Francia creado por la Convención, se reorganizan bajo el Gobierno Consular y la Restauración, y se completan bajo el Gobierno de Julio de 1830 (1). Las etapas clave de la historia francesa se muestran en la Tabla 1. La Real Academia de Ciencias, suprimida como el resto en 1793, se incorpora en 1795 al Instituto Nacional de Ciencias y Artes como la primera de sus tres clases (Ciencias Físicas y Matemáticas; Ciencias Morales y Políticas, y Literatura y Bellas Artes). La diferencia más sensible con respecto al Antiguo Régimen era la creación de una clase de Ciencias Morales y Políticas.

El 23 de enero de 1803, el ministro del Interior Jean-Antoine Chaptal (1756-1832) propone a los cónsules de la República una nueva organización que restablece, bajo nombres nuevos, las cuatro Academias del Antiguo Régimen y suprime además la clase recién instituida de Ciencias Morales y Políticas. Tras la caída del Imperio, la Académie des sciences recupera su nombre primitivo por el artículo 14 de la ordenanza real de Luis XVIII (1755-1824) de 21 de marzo de 1816, bajo el ministerio de Vincent-Marie Viénot de Vaublanc (1756-1845), conde de Vaublanc, y conserva su distribución por secciones. La ordenanza de 26 de octubre de 1832, precedida de un elocuente informe de François Guizot (1787-1874), entonces ministro de Instrucción Pública, restablecía la Academia de Ciencias Morales y Políticas y fijaba definitivamente los tér

minos de la organización del Instituto, que en general han prevalecido a lo largo del tiempo.

En un trabajo previo, la presencia de la farmacia en la sección de química (2) de la Real Academia Francesa de Ciencias (Academia de Ciencias de París) ha sido objeto de consideración y estudio (periodo 1666-1793). En otro se ha pasado revista a la química (analítica) y la farmacia en el origen de algunas sociedades científicas (3), prestando especial atención a los casos de Francia, Inglaterra y Hungría, y se ha detallado la estructura de la Real Academia de Ciencias de París y del Instituto de Francia, así como las distintas clases que lo componen. La farmacia británica también se ha tomado en consideración en estos *Anales* a través de la figura de Theophilus Redwood (1806-1892) (4), uno de sus héroes, y de la comparación de la Royal Pharmaceutical Society con la Royal Society of Chemistry y la Royal Society (5). En este trabajo se contemplan aspectos no desarrollados sobre la presencia de la farmacia en la Academia de Ciencias, complementarios de los estudios referidos.

2. LA ACADEMIA DE CIENCIAS TRAS LA CREACIÓN DEL INSTITUTO DE FRANCIA

El 8 de agosto de 1793, tras un informe del abate Henri-Jean-Baptiste Grégoire (1750-1831) (6):

> "Les regards ne doivent plus rencontrer sur le sol français d'institutions qui dérogent aux principes éternels que nous avons consacrés ; et cependant quelques-unes, qui portent encore l'empreinte du despotisme heurtant l'égalité, avaient échappé à la réforme générale : ce sont les Académies"

y un discurso muy violento de Jacques-Louis David (1748-1825), el pintor, se procede, mediante un decreto de la Convención Nacional (1792-1795) que contenía solo dos artículos, a la supresión de las Academias existentes en Francia. La Convención era la asamblea constituyente que gobernó Francia durante la etapa radical de la Revolución francesa. Se pone así en práctica, en un momento en el que prevalece la pasión por la igualdad, la idea de Sébastien-Roch Nicolas de Chamfort (1741-1794), escritor moralista, de "supprimer les Académies comme une institution inutile" (7).

Tabla 1. Etapas de la historia moderna de Francia

Etapa	Periodo
Antiguo Régimen	anterior a 1789
Revolución	1789-1799
Primer Imperio	1804-1815
Restauración	1815-1830
Monarquía de Julio	1830-1848
Segunda República	1848-1852
Segundo Imperio	1852-1870
Tercera República	1870-1940

No obstante, el 25 de octubre de 1795 la Convención da vía libre a la creación de otro cuerpo unificado de ciencias y artes, conforme al artículo 298 de la Constitución del año III, de 22 de agosto de 1795:

> "un Institut national chargé de recueillir les découvertes, de perfectionner les arts et les sciences"

idea que ya había manejado en su día Jean-Baptiste Colbert (1619-1683), ministro de Luis XIV bajo cuyo patrocinio se crea la "Académie des sciences", y a la que se había resistido la "Académie française", la más antigua de todas, según advierte Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757), secretario perpetuo, en *su Histoire de l'Académie royale des sciences*.

Maury (1864, p. 338) lo expresa (1) con estas palabras:

> "Le principe nouveau que l'Institut consacra, plutôt qu'il introduisit… ce fut celui de l'uni-

té, unité absolue, étendue à toutes les branches des sciences et arts. La création de l'Institut réalisait ainsi, dans l'ordre de l'intelligence, le principe de l'unité donné pour base à l'État, celui de la solidarité de nos connaissances, que la philosophie du dix-huitième siècle avait proclamé et qui venait de recevoir son application dans la colossale entreprise de l'Encyclopédie".

La iniciativa de la puesta en marcha del Instituto de Ciencias y Artes o Instituto Nacional de Academias, perteneciente a toda la República, con sede en París, que aglutina a todas las academias tal como previamente existían, estaba implícita en el informe de Grégoire (6):

"En conclusion, Grégoire souhaitait des mesures prochaines « pour que, du milieu des décombres, ce sanctuaire des arts, s'élevant sous les auspices de la liberté, présente la réunion organisée de tous les savants et de tous les moyens de science ; votre Comité d'instruction publique, annonçait-il, doit incessamment vous développer ses vues à cet égard »".

El Instituto, compuesto por 144 miembros residentes en París y un número igual de asociados distribuidos por todo el territorio de la República, incluía además 24 académicos extranjeros, ocho por cada una de las tres clases: 1.ª Ciencias Físicas y Matemáticas, con diez secciones (10 × 6 = 60 miembros); 2.ª Ciencias Morales y Políticas, con seis secciones (6 × 6 = 36 miembros), y 3.ª Literatura y Bellas Artes, con ocho secciones (8 × 6 = 48 miembros). Miembros residentes en París: 60 + 36 + 48 = 144, y un número equivalente de miembros asociados. A cada sección correspondían seis miembros residentes en París y seis no residentes. En la sesión de apertura del Instituto, el 6 de diciembre de 1795, el ministro del Interior Pierre Bénézech (1749-1802) (8) lo califica, ante los primeros académicos nombrados por el Directorio, como el "sanctuaire du génie".

El Directorio (1795-1799), compuesto por cinco miembros, era el régimen ejecutivo de la Primera República francesa instaurado tras la caída de Robespierre para estabilizar la Revolución. Concluye con el golpe de Estado de Napoleón Bonaparte (1769-1821) del 9 de noviembre de 1799, tras el cual se establece el Consulado (1799-1804).

El Instituto celebra todas sus sesiones generales en el Salón de las Cariátides de la antigua Academia de Ciencias (1, 2), en el Palacio del Louvre. La sesión de apertura solemne se celebra el 7 de abril de 1796. Ante una multitud de más de un millar de personas, los cinco dirigentes del Directorio y los miembros del Instituto asisten (6) a la primera sesión común, entre discursos, disertaciones destinadas al Instituto, declamación de versos y lectura de memorias científicas. Con el fin de realizar mejoras en el Louvre y acelerar su finalización, por decreto imperial de Napoleón I de 19 de marzo de 1799 el antiguo Colegio de las Cuatro Naciones (9), ubicado frente al Louvre, pasó a ser la sede provisional del Instituto de Francia. Jules Raymond Mazarin (1602-1661), el cardenal Mazarino, sucedió a Armand Jean du Plessis (1585-1642), el cardenal Richelieu, en el cargo de ministro principal de Francia, estuvo al servicio de Luis XIII y de Luis XIV, y destinó en su testamento una inmensa fortuna a la construcción de este complejo, que también se conoce con el nombre de Colegio Mazarino.

Antoine-Laurent-Thomas Vaudoyer (1756-1846), arquitecto del palacio, recibió el encargo de adaptar el edificio a su nueva función y transformó la capilla en un salón para las reuniones y las sesiones solemnes y públicas de los académicos. Esta propiedad, que pasó a ser estatal durante la Revolución, había sido transformada sucesivamente desde 1792 en prisión, hasta la muerte de Maximilien Robespierre (1758-1794); luego en la "École centrale supérieure", bajo la dirección de Alexandre Brongniart (1770-1847), y más

tarde, mediante decreto de 11 de octubre de 1801, en la "École des beaux-arts". En la Fig. 1 se muestra un grabado del antiguo Colegio de las Cuatro Naciones. La nueva instalación fue inaugurada el 4 de octubre de 1806 por la clase de Bellas Artes y, con el tiempo, esta ubicación provisional se tornó definitiva.

La sección de Química de la nueva Academia de Ciencias se separa de la de Física (ligada al grupo de las Matemáticas y la Astronomía) y se incluye como ciencia natural (Tabla 2), a pesar de que una parte de la revolución química de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) se había construido sobre la base de asimilar la química (10) a una ciencia física. Esta medida, en la práctica, contribuyó a incrementar la importancia de la química, que se convierte en una ciencia líder en la segunda división, en vez de permanecer como secundaria en la primera. Más adelante, el gran desarrollo que experimentan ambas y sus interrelaciones mutuas justifican una única división.

Tabla 2. Secciones de la Clase 1.ª, Ciencias Matemáticas y Físicas, del Instituto de Francia (Academia de Ciencias) (1, 3)

Nº	Sección
1	Matemáticas
2	Artes Mecánicas
3	Astronomía
4	Física Experimental
5	Química
6	Historia Natural y Mineralogía
7	Botánica y Física Vegetal
8	Anatomía y Zoología
9	Medicina y Cirugía
10	Economía Rural y Veterinaria

En la Fig. 2 se muestran sellos conmemorativos de la creación de la Academia de Ciencias (tricentenario y tricentésimo quincuagésimo aniversario), del Instituto de Francia (bicentenario y ducentésimo decimonoveno aniversario) y del Museo de Historia Natural (bicentenario), fundado por decreto de la Convención de 10 de junio de 1793, heredero del antiguo "Jardin du Roy" (11), cuyos profesores eran nombrados bajo el control de la Academia.



Figura 1. Vista del Colegio de las Cuatro Naciones, hoy Palacio del Instituto de Francia. Grabado (38 × 50,5 cm) de Israël Silvestre (1621-1691), París, 1670. Calcografía del Museo del Louvre, número de inventario 2863.

3. SECCIÓN DE QUÍMICA: MIEMBROS NOMBRADOS POR EL DIRECTORIO Y NOMBRAMIENTOS COMPLEMENTARIOS

Los dos primeros miembros de la Sección de Química (1), los químicos Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) y Claude-Louis Berthollet (1748-1822), fueron designados por el Directorio según decreto de 19 de noviembre de 1795, leído por Bénézech. En la tercera sesión, de 9 de diciembre, la Asamblea resuelve nombrar sucesivamente, mediante votación individual, a dos miembros de cada sección, y tal honor recae, en el caso de la Sección de Química, en Antoine-François de Fourcroy (1755-1809) y Pierre Bayen (1725-

1798). Guyton de Morveau, Berthollet y Fourcroy habían introducido junto con Lavoisier el nuevo método de nomenclatura química (12), un par de años antes de que el propio Lavoisier publicara (1789) su tratado elemental de química (13). Aunque pueda dar la impresión de que la designación de los primeros propuestos se debía a que Guyton (14) y Berthollet (15) eran representantes de la nueva química, sus nombres estaban más asociados con la pólvora y el salitre.



Figura 2. Sellos conmemorativos de la creación del Instituto de Francia, del Museo de Historia Natural (antiguo Jardín del Rey) y de la Academia de Ciencias de Francia.

La "Société libre des pharmaciens de Paris" (1796-1803), sobreviviendo al cataclismo revolucionario, ocupa el 20 de marzo de 1796, dos días antes de la creación de la "Société de médecine de Paris", el puesto del desaparecido "Collège de pharmacie" (16). Este había sido creado por declaración real de Luis XVI de 25 de abril de 1777, en la que, en esencia, se aglutinaba a los boticarios franceses en un nuevo gremio, diferenciándolos de los comerciantes de especias con quienes hasta entonces habían estado agrupados, y en la que se reconocía el valor de la farmacia como "art précieux à l'humanité", otorgándole a la profesión una relativa independencia frente al cuerpo médico al autorizarla a ofrecer cursos públicos de farmacia, derecho que correspondía previamente solo a la Facultad de Medicina de París (que data de 1200):

> "La Faculté de médecine ne pouvait plus s'opposer à l'organisation des cours publics, mais elle continuait à déléguer son Doyen et deux docteurs en médecine aux examens de maîtrise de pharmacie (arrêt du 11 septembre 1778)".

El Colegio de Farmacia (16) fue instalado por Jean-Charles-Pierre Lenoir (1732-1807), lugarteniente general de policía y consejero de Estado, el 30 de junio de 1777, en las dependencias de la rue de l'Arbalète, construidas en el siglo XVII para continuar la obra de Charles-Nicolas Houël (1524-1587). Para evitar que sus plantas medicinales volvieran a ser arrastradas por el río Bièvre, Houël mandó limpiar un campo de antiguas zanjas en pendiente, situado al otro lado de la rue de Lourcine y que se extendía hacia la rue de l'Arbalète, y fundó el "Jardin des apothicaires" (17), vinculado a la "Maison de la Charité chrétienne", sobre la base de una ordenanza especial de Enrique III (1551-1589) de octubre de 1576 (N. Houël, *Règlement de l'apothicairerie, collège et chapelle de la charité chrétienne*, 1578-1579). Los maestros boticarios pasaban a denominarse maestros en farmacia. El Colegio impartía cursos gratuitos de química, botánica e historia natural. El Jardín del Rey fue fundado en 1626 por Guy de La Brosse (1586-1641), médico de Luis XIII, como "Jardín Real de Plantas Medicinales", pero no fue inaugurado oficialmente hasta 1635, dada la oposición manifiesta de la Facultad de Medicina, que entendía que entraba en competencia con ella (véase la referencia 2).

La Sociedad Libre de Farmacéuticos de París mantuvo los estándares educativos y los servicios del desaparecido Colegio, y el 22 de

abril de 1796 se creó la "École gratuite de pharmacie", pública pero administrada por la Sociedad, cuya existencia fue efímera. Estas instalaciones se salvaron de la venta que afectó a todos los locales pertenecientes a la corporación disuelta gracias a la habilidad de Jean-Nicolas Trusson (1744-1811), entonces director, quien propuso al Directorio que se realizaran análisis de vino y otras bebidas en sus laboratorios: el Gobierno accedió y el establecimiento fue declarado de servicio público. El retrato de Trusson (n.º 57) figura en la Sala de Actos de la Facultad de Farmacia de París, y en 1803 se grabó una medalla con su efigie.

El discurso pronunciado el 5 de enero de 1797 por Fourcroy, hijo de un boticario del duque de Orleans, con motivo de su incorporación como asociado libre a la Sociedad Libre de Farmacéuticos de París llevaba por título "Sur l'union de la chimie et de la pharmacie" (18). La vocación científica de la Sociedad fue confirmada por decreto de 23 de noviembre de 1801. Fue transformada en la Sociedad de Farmacia de París el 3 de agosto de 1803, tras la promulgación de la ley de Germinal de 11 de abril de 1803 (año XI), promovida por Fourcroy (19), que reorganizaba la profesión farmacéutica y confiaba al Estado el monopolio de la enseñanza de la farmacia. Se establecieron tres Escuelas de Farmacia, en París, Montpellier y Estrasburgo:

> "Il y aura donc des Écoles de pharmacie établies dans les villes mêmes où seront créées des Écoles de médecine, « afin qu'elles puissent se prêter mutuellement le secours de leurs lumières »".

La primera escuela en abrir sus puertas fue la parisina, que se trasladó directamente a las antiguas instalaciones del Colegio en la rue de l'Arbalète. La reorganización de la educación pública en todos los niveles conllevaba necesariamente reformas en la formación farmacéutica. Con carácter previo, casi una década antes, se habían creado en las mismas ciudades las Escuelas de Salud:

> "La Convention, ayant besoin de médecins et de chirurgiens pour ses armées, institua d'abord, en 1794, les trois Écoles de santé de Paris, Montpellier et Strasbourg".

Fourcroy desempeñó un papel decisivo en la reforma de la educación superior en medicina y farmacia. En realidad, la ley de 1803 consagraba, bajo unas nuevas condiciones, la existencia del Colegio de Farmacia instaurado en el Antiguo Régimen. La Sociedad Libre de Farmacéuticos de París creó la primera revista farmacéutica francesa (20), el "Journal de la Société des pharmaciens de Paris", el 3 de junio de 1797, y Fourcroy desempeñó un papel clave en su fundación. Dos años más tarde se integró en los "Annales de chimie", como "Annales de chimie et de pharmacie", revista que había sido fundada en 1780 y a cuyo consejo de redacción pertenecían varios farmacéuticos franceses de renombre.

Guyton de Morveau presidía el Comité de Salvación Pública (*Comité de salut public*), que supervisaba la defensa de la República, auxiliado por Chaptal y Berthollet en la coordinación de la fabricación de pólvora, acero y armamento. Chaptal —médico, fabricante, agrónomo, profesor, erudito, economista, estadista, gran ministro del Consulado, provinciano y parisino— vivió bajo diversos regímenes políticos, desde el Antiguo Régimen hasta la Monarquía de Julio, pasando por la Convención, el Directorio, el Consulado, el Primer Imperio y la Restauración (21). Bayen estuvo dedicado a la organización de la farmacia militar (3, 22) durante 30 años: de 1763 a 1793 fue "apothicaire-major des camps et armées du roi", y fue nombrado académico por razones de antigüedad. Había llevado a cabo la investigación sobre el óxido de mercurio, aunque no llegó a vislumbrar lo que el genio de Lavoisier sí consiguió. La creación y organización de la farmacia militar francesa es obra suya.

Tabla 3. Cátedras de Química del Colegio de Francia regentadas por farmacéuticos (25)

Periodo	Titular	Cátedra
1774-1801	Jean d'Arcet	Química e Historia Natural
1801-1804	Louis-Nicolas Vauquelin	Química mineral
1804-1845	Louis-Jacques Thénard	Química mineral
1845-1850	Théophile-Jules Pelouze	Química mineral
1851-1876	Antoine-Jérôme Balard	Química mineral
1865-1907	Marcellin Berthelot	Química orgánica
1908-1916	Émile-Clément Jungfleisch	Química orgánica
1917-1929	Charles Moureu	Química orgánica
1930-1941	Marcel Delépine	Química orgánica
1942-1955	Charles Dufraisse	Química orgánica

En la sexta sesión, de 13 de diciembre de 1795, tras el recuento de votos, se proclama miembros del Instituto, Sección de Química, a los farmacéuticos Bertrand Pelletier (1761-1797) y Louis-Nicolas Vauquelin (1763-1829), y con estos nombramientos complementarios se completan los seis puestos asignados a la sección (23), que formaban parte de los ciento cuarenta y cuatro primeros miembros del Instituto. Chaptal residía entonces fuera de París y, a su regreso (21), ocupará la vacante de Bayen en 1798. De todos ellos, Guyton era el único que no había sido miembro de la antigua Real Academia de Ciencias.

Pelletier, académico a los 30 años, había aprendido el oficio con su padre y llegó a ser propietario de una oficina de farmacia en la calle Jacob de París (3, 24), que había pertenecido a la viuda de Guillaume-François Rouelle (1703-1770) y que aún se denomina farmacia Pelletier, al frente de la cual puso a su hermano mayor, Charles, para dedicarse a las investigaciones químicas. Pelletier era un protegido de Jean d'Arcet (1724-1801) y de Bayen; fue miembro del "Bureau de consultation des arts et métiers" y de la "Commission temporaire des arts", y participó, durante el periodo revolucionario, en el comité que investigaba los métodos de refinado y análisis del salitre para la fabricación de la pólvora, así como en la elaboración de informes de importancia nacional, como los relativos a la sosa y los jabones. D'Arcet, médico, director de la fábrica de porcelana de Sèvres y profesor de química del Colegio de Francia (Tabla 3) —fundado en 1530, durante el reinado de Francisco I (1494-1547)—, casado con François Amélie, hija de Rouelle, fue el primero de los dos miembros designados por el Directorio para la Sección de Historia Natural y Mineralogía de la 1.ª Clase de Ciencias Físicas y Matemáticas del Instituto, junto con el eminente mineralogista René-Just Haüy (1743-1822).

Vauquelin, director (3, 26) de la Escuela de Farmacia desde su creación en 1803 hasta su muerte, y miembro fundador ese mismo año de la Sociedad de Farmacia de París, futura Academia Nacional de Farmacia, era un protegido de Fourcroy y también un converso tardío a la química de Lavoisier. Vauquelin (descubridor del cromo y del berilio) pertenece al grupo de sabios farmacéuticos que se habían consagrado al estudio de las ciencias químicas. Fue pionero en la producción de productos químicos (27) de pureza analítica. El novelista Honoré de Balzac (1799-1850) lo retrata como científico e industrial en una de sus novelas (28). La estatua de Vauquelin (29) se alza en el patio principal de la Facultad de Farmacia de París (Fig. 3) (30), en la avenue de l'Observatoire, y en un medallón de la fachada aparece el retrato de Fourcroy.

A la muerte de Pelletier en 1797, Nicolas Deyeux (1745-1837), doctor en medicina y demostrador de química en el Colegio de Farmacia, ocupa su puesto (31) en la Sección de Quí

mica (Tabla 4). Deyeux, maestro boticario en 1772, sucede a su tío y regenta durante quince años su farmacia, situada en la rue du Four de París; más interesado en la investigación que en la dispensación de medicamentos, traspasa su oficina en 1787 a Jean-Pierre Boudet (1748-1828). Boudet sirvió como farmacéutico militar en las campañas del Imperio en Egipto y Alemania. Deyeux fue primer farmacéutico de Napoleón (32) y suplente de Fourcroy en la cátedra de química médica de la Facultad de Medicina. Antoine Baumé (1728-1804), flogistista y miembro veterano de la antigua Real Academia de Ciencias (23), fue relegado a la condición de correspondiente. Baumé aspiró a las vacantes de Pelletier y de Bayen, que ocuparon Deyeux y Chaptal, y quedó en ambos casos en tercera posición (Tabla 4), tras Armand Jean François Seguin (1767-1835) (33) en el primero y tras Balthazar-Georges Sage (1740-1824) (34) en el segundo, aunque obtuvo en los dos un número de votos destacable.

4. EL CONSEJO DE SALUBRIDAD DE PARÍS

El Consejo de Salubridad (*Conseil de salubrité*) de París fue creado en 1802 para asesorar a la Prefectura de Policía en materia de salud pública, higiene, alimentos y seguridad sanitaria, a propuesta de Charles-Louis Cadet de Gassicourt (1769-1821) (35) al entonces prefecto Louis-Nicolas-Pierre-Joseph Dubois (1758-1847). Destaca en su fundación una fuerte presencia farmacéutica: Cadet de Gassicourt, Deyeux y Antoine-Augustin Parmentier (1737-1813) (36); completaban los cinco primeros miembros Jean-Baptiste Huzard (1755-1838), veterinario, y Michel-Augustin Thouret (1749-1810), médico. La Asamblea había elegido a Huzard miembro de la Sección de Economía Rural de la Academia de Ciencias en la 4.ª sesión (23), de 10 de diciembre de 1795, unos días antes que a Parmentier, elegido en la 6.ª sesión, de 13 de diciembre. Huzard llegó a presidir la Academia de Ciencias en 1815. Tras el fallecimiento de Cadet de Gassicourt, que llegó a ser farmacéutico de Napoleón y presidente de la Sociedad de Farmacia de París en 1818, le sucedió en el Consejo de Salubridad de París Pierre-Joseph Pelletier (1788-1842) (37), uno de los fundadores de la Sociedad Farmacéutica de París (16), hijo de Bertrand Pelletier.

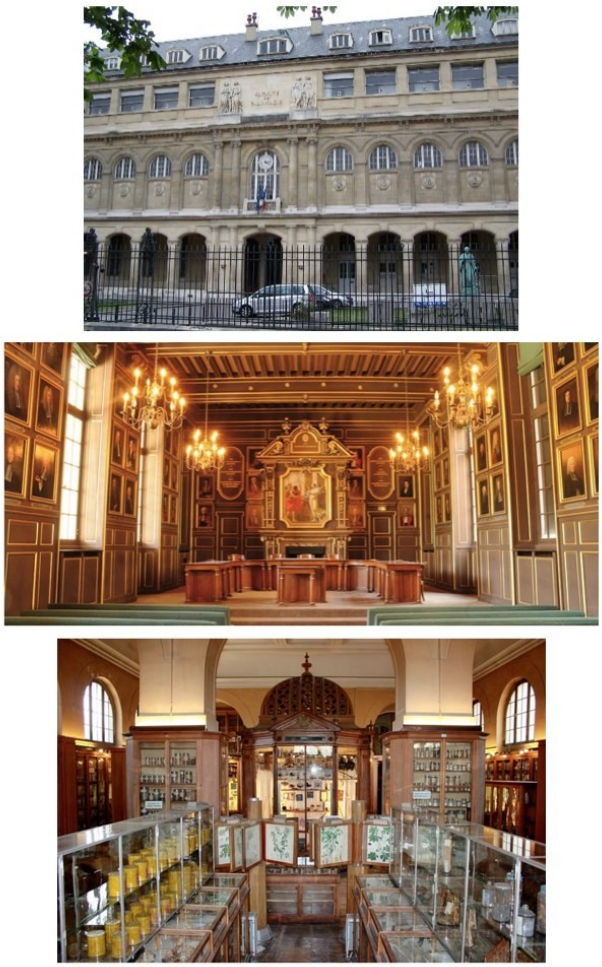


Figura 3. Facultad de Farmacia de París (en la parte inferior derecha se observa la estatua de Vauquelin, bronce de Pierre Hébert, 1866; fotografía de Enguerrant) (29). Salón de Actos de la Facultad de Farmacia de París: la "Capilla Sixtina de la Farmacia". Museo François Tillequin: colección de plantas medicinales.

Joseph Pelletier ejerce en la oficina de la rue Jacob, ya mencionada, donde coincide con

Joseph Bienaimé Caventou (1795-1877), con quien inicia una fructífera colaboración en el aislamiento de la clorofila (1817), pigmento verde de los vegetales, y de los alcaloides estricnina (1818), brucina (1819), quinina y cinconina (1820), y atropina (1831); ambos alcanzaron una reputación mundial y sus nombres son inseparables (véase la Parte II). Pelletier y Caventou fueron designados miembros de la Real Academia de Medicina en 1820 y 1821, respectivamente.

Tabla 4. Elecciones* a miembro de la Sección de Química de la 1.ª Clase del Instituto de Francia (30)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Pelletier (1797) 21 de julio	Seguin, Deyeux, Adet, Bouillon-Lagrange, Dizé, Baumé, Cadet (1 brumario del año VI; 22 de octubre de 1797)	Deyeux: 221 Seguin: 176 Baumé: 172 (1 brumario del año VI; 22 de octubre de 1797)	Deyeux (¿25 de noviembre de 1797?)
Bayen (1798) 15 de febrero	Chaptal, Seguin, Adet, Bouillon-Lagrange, Baumé, Sage, Dizé, Cadet (6 germinal del año VI; 26 de marzo de 1798)	Chaptal: 243 Sage: 231 Baumé: 214 Seguin: 189 Adet: 166 Bouillon-Lagrange: 141 Cadet: 127 Dizé: 93 (6 germinal del año VI; 26 de marzo de 1798)	Chaptal (24 de mayo de 1798)

* En los primeros años de funcionamiento, el Instituto procedía enteramente por cooptación.

5. DE LA SOCIEDAD DE FARMACIA DE PARÍS A LA ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

Los dos primeros presidentes de la Sociedad de Farmacia de París fueron Parmentier, en 1803 y 1804 (también en 1807 y 1810), entonces farmacéutico jefe del "Hôtel des Invalides" (hospital) de París, y Vauquelin, en 1805 (también en 1808 y 1814), siendo director de la nueva Escuela de Farmacia (26). Protegido de Bayen, Parmentier fue primer farmacéutico del ejército e inspector general del "Corps de santé", creado por edicto de Luis XIV en 1708. La estatua de Parmentier (29) se encuentra, junto con la de Vauquelin, en el "cour d'honneur" de la Escuela de Farmacia de París, convertida en Facultad en 1920. La Sociedad de Farmacia de París publica (20) en 1809 el "Bulletin de pharmacie", que en 1814 pasa a llamarse "Bulletin de pharmacie et des sciences accessoires". En 1815, la palabra "bulletin" fue reemplazada por "journal", y a partir de 1842 se convierte en el "Journal de pharmacie et de chimie". En 1942 se fusiona con el "Bulletin des sciences pharmacologiques" (creado en 1899), dando lugar a los "Annales pharmaceutiques françaises".

La Sociedad de Farmacia fue reconocida de utilidad pública el 5 de octubre de 1877, se convierte en Academia de Farmacia el 5 de septiembre de 1946 y más tarde en Academia Nacional de Farmacia el 9 de octubre de 1979, lo que subraya aún más el carácter científico de dicha institución y la sitúa al mismo nivel

(20) que la Academia de Medicina de Francia, reconocida en 1820 por Luis XVIII a instancias del barón Antoine Portal (1742-1832), presidente fundador. La "Académie royale de médecine" era heredera de la "Académie royale de chirurgie" (1737) y de la "Société royale de médecine" (1776). Ya en noviembre de 1803, la sociedad farmacéutica fue autorizada oficialmente a reunirse en las instalaciones de la escuela de farmacia. Desde entonces continuó reuniéndose y celebrando sesiones periódicas en el salón de actos, que en 1882 fue trasladado a la avenue de l'Observatoire, al mismo tiempo que la escuela, construida sobre el emplazamiento del antiguo convento de los cartujos (*Chartreux*), fundado en 1257 a iniciativa de Luis IX (1214-1270), san Luis, y desaparecido tras la Revolución.

Los "Annales pharmaceutiques françaises" se han convertido en el órgano de difusión de la Academia de Farmacia desde su establecimiento en 1946, y bajo el epígrafe "Le miroir de la diversité d'une profession" (el espejo de la diversidad de una profesión) recogen (https://www.em-consulte.com/revue/PHARMA/presentation/annales-pharmaceutiques-francaises):

> "Acteur fondamental de la santé, le pharmacien, par sa formation, est un spécialiste du médicament, de la biologie et de la santé publique. Son très large domaine de compétences relève du scientifique, du juridique, du réglementaire, de l'éthique et du pratique. Ce professionnel du médicament porte aussi un regard averti sur la cosmétologie, l'environnement, la diététique… Une telle diversité s'inscrit donc dans un engagement pluridisciplinaire et polyvalent reflété dans les Annales Pharmaceutiques Françaises, qui s'adressent à tous les pharmaciens, quels que soient leurs modes d'exercice".

La Academia se interesa por todos los aspectos de la ciencia farmacéutica y sus aplicaciones, por la higiene y por la salud pública. Tiene su sede en París, en el número 4 de la avenue de l'Observatoire, en los locales de la Facultad de Farmacia. La "École spéciale de pharmacie de Paris" fue incorporada a la Universidad en 1840 y se convirtió en "École supérieure de pharmacie de Paris" en 1846; un decreto de 14 de mayo de 1920 la elevó al rango de Facultad. La Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Biológicas (38) se separa de la Universidad de París por la ley de orientación de la enseñanza superior de 12 de noviembre de 1968 (ley Faure) y queda asignada a la Universidad Paris Descartes. Esta se une el 1 de enero de 2020 con la Universidad Paris Diderot y el Instituto de Física del Globo de París, dando origen a la Université Paris Cité, de la que la Facultad de Farmacia es un componente.

6. LA CÁTEDRA DE FARMACIA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE PARÍS

La Facultad de Medicina de París es refundada (39) bajo el Primer Imperio por decreto imperial de 17 de marzo de 1808: la Escuela de Medicina de París se erige en Facultad de Medicina. La cátedra de Farmacia de la Facultad de Medicina de París fue regida sucesivamente por Fourcroy, Vauquelin y Deyeux. Al fallecer este último en 1837, prospera la propuesta de que pase a denominarse de "Farmacia y Química Orgánica", y en 1838 es elegido Jean-Baptiste Dumas (1800-1884) como su primer titular (40, p. 212). Dumas había ocupado en 1832 la vacante de Georges-Simon Sérullas (1774-1832), farmacéutico, en la Sección de Química del Instituto; fue ministro de Agricultura y Comercio entre 1850 y 1851, y pasó a ser secretario perpetuo de la Academia de Ciencias en 1868. Dumas se inició como aprendiz de farmacia y estudió farmacia en Ginebra antes de trasladarse en 1823 a París, donde desarrolló una fulgurante carrera académica y profesional como químico. También existía una cátedra de Química Médica cuyo titular durante muchos años fue Mateu Josep Bonaventura Orfila (1787-1853) (41), natural

de Mahón (Menorca), padre de la toxicología científica, nacionalizado francés, que llegó a ser decano de la Facultad en 1831.

7. COMENTARIOS FINALES

Los seis primeros miembros de la Sección de Química de la Clase 1.ª de Ciencias Físicas y Matemáticas del Instituto de Francia se muestran en la Fig. 4; tres de ellos —Bayen, Pelletier (Bertrand) y Vauquelin— eran, como hemos visto a lo largo de esta memoria, farmacéuticos. De los siete candidatos a ocupar la vacante de Pelletier en 1797 (Tabla 4), cinco eran también farmacéuticos: Deyeux (que obtiene el nombramiento), Edme-Jean-Baptiste Bouillon-Lagrange (1764-1844), Michel-Jean-Jérôme Dizé (1764-1852), Baumé y Cadet. Completaban el número de aspirantes Seguin y Pierre-Auguste Adet (1763-1834). A la vacante que deja Bayen al año siguiente se presentan ocho candidatos: Chaptal (elegido) y los seis anteriores que no consiguieron la plaza, a los que se añade otro farmacéutico, Sage; es decir, cinco farmacéuticos de un total de ocho aspirantes.

Seguin (33), químico, había colaborado con Lavoisier e ideó un método de curtido de cuero que le proporcionó una inmensa fortuna. Adet (42) colaboró con Lavoisier en la creación de una nueva nomenclatura química y fue embajador de Francia en los Estados Unidos. Bouillon-Lagrange (43), propietario de una farmacia en la rue Saint-Martin, orienta sus esfuerzos hacia la química influido por Fourcroy y Berthollet. Aspiró también, sin éxito, a ocupar la vacante de Fourcroy en la Sección de Química en 1809. En 1820 fue nombrado académico honorario de la Sección de Farmacia de la recién creada Real Academia de Medicina. Tras la muerte de André Laugier (1770-1832), le sucedió en la dirección de la Escuela de Farmacia. Dizé (44), hijo de boticario, discípulo de D'Arcet y maestro en farmacia en 1795, fue el primer farmacéutico jefe del "Magasin général des pharmacies", creado por la Convención "para suministrar a los ejércitos medicamentos de primera calidad". Su nombre está asociado a la producción industrial de carbonato de sodio (proceso Leblanc). Sage (34), hijo de boticario, alumno y discípulo de Rouelle, pensionario en 1785 de la clase de Historia Natural y Mineralogía de la antigua "Académie des sciences", fue fundador de la "École royale des mines de Paris". En 1801 consigue una plaza en la Sección VII, de Mineralogía, de la 1.ª Clase de Ciencias Físicas y Matemáticas del Instituto de Francia.



Figura 4. De izquierda a derecha: Guyton de Morveau, Berthollet y Fourcroy (fila superior); Bayen, Parmentier y Vauquelin (fila inferior). Cuadros del salón de actos de la Escuela Superior de Farmacia de París. Fuentes: Gallica, Bibliothèque nationale de France; BIU Santé, Banque d'images et de portraits; Wikipedia.

La elección de tantos farmacéuticos, como aprecia Crosland (23) y como se constatará en la Parte II de este trabajo, no era una mera coincidencia, sino un reflejo del elevado nivel científico (2, 3, 23) que ostentaba la farmacia en el Antiguo Régimen. Ese elevado nivel de competencia científica va a ser una característica distintiva de la mejor enseñanza farmacéutica del siglo XIX, en contraste con los boticarios británicos, que adoptaron bien la

línea de *shop-keepers*, bien la de médicos prácticos. La presencia de la farmacia en la Academia, firmemente apoyada por Fourcroy —hijo del boticario del duque de Orleans y profesor de química en el Jardín del Rey—, no era solo una cuestión de talento, sino reflejo de su tradición química durante los siglos XVII y XVIII, más allá de la estrecha relación personal que unía a Fourcroy con Vauquelin y con Jean-Pierre-René Chéradame (1738-1824), maestro boticario en 1775, establecido en la rue Saint-Denis de París y preboste del Colegio de Farmacia en los años 1788-1790 y 1799-1802.

Simon (45) ha abordado las relaciones entre la farmacia y la química durante el periodo en que se producen la revolución química y la Revolución francesa, explorando la dinámica interna de estas implicaciones y haciendo hincapié en las motivaciones sociales, políticas e institucionales; su lectura es muy recomendable.

8. REFERENCIAS

1. Michaux G. Naissance et développement des académies en France aux XVIIe et XVIIIe siècles. Mémoires de l'Académie nationale de Metz 2007: 73-86; Maury L-FA. L'Ancienne Académie des Sciences. Didier et Cie: Paris, 1864; Potiquet A. L'Institut national de France, ses membres, ses associés et ses correspondants (20 nov. 1795-19 nov. 1869). Didier et Cie: Paris, 1869; Gauja P. L'Académie des Sciences de l'Institut de France. Gauthier-Villars: Paris, 1934; Crosland M. The French Academy of Sciences in the nineteenth century. Minerva 1978; 16(1): 73-102; Franqueville. Le Premier Siècle de l'Institut de France, 25 octobre 1795-25 octobre 1895. J. Rothschild, Ed.: Paris, 2 vols., 1895, 1896; Bernier I. La naissance des académies royales en France au XVIIe siècle, 2019; https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/epoque-moderne-naissance-academies-royales-france-xviie-siecle-11828/; https://www.institutdefrance.fr/en/home/
2. Martin J, Sáez-Plaza P, Asuero AG. The Pharmacy in the Chemistry Section of the French Royal Academy of Sciences (1666-1793). An Real Acad Farm 2019; 85(2): 153-166.
3. Martin J, Asuero AG, Sáez P. Química (Analítica) y Farmacia en los orígenes de las Academias y Sociedades Científicas: Francia, Inglaterra y Hungría como ejemplo. Mem R Acad Sev Cien 2018; 21: 163-217.
4. Martin J, Sáez-Plaza P, Asuero AG. Theophilus Redwood, hero of the British pharmacy, first President of "The Society of Public Analysts". Part I. An Real Acad Farm 2018; 84(4): 359-374; Martin J, Sáez-Plaza P, Asuero AG. Theophilus Redwood, hero of the British pharmacy, first President of "The Society of Public Analysts". Part II. An Real Acad Farm 2018; 85(1): 20-48.
5. Asuero AG. Royal Society of Chemistry y Royal Pharmaceutical Society: vidas paralelas. Mem R Acad Sev Cien 2019; 22: 105-178; Asuero AG. Chemical Society y Pharmaceutical Society of Great Britain: vidas paralelas. An R Acad Farm 2024; 90(2): 197-209; Asuero AG. La mujer y la Royal Society, la Chemical Society y la Pharmaceutical Society: un parto doloroso. Mem R Acad Sev Cien 2023; 25: 125-143.
6. Leclant J. Des Académies aux Instituts (1796-1799). Des Académies de l'Ancien Régime à l'Institut National du Directoire. Mélanges de l'École française de Rome. Italie et Méditerranée 1996; 108(2): 627-641; Sepinwall AG. The Abbé Grégoire and the French Revolution. The making of modern universalism. University of California Press: Berkeley, 2021; Aucoc L. L'Institut de France et les Anciennes Académies. Plon: Paris, 1889 (48 pp).
7. Lacroix P. Directoire, Consulat et Empire. Mœurs et usages, lettres, sciences et arts 1795-1815, p. 368; Mesnard P. Histoire de l'Académie Française depuis sa fondation jusqu'en 1830. Charpentier: Paris, 1857, p. 172; Lafort MJ. La Pharmacie dans les Académies. J Pharm Chim 1883; 7: 74-81, p. 76; McCallam D. Chamfort and the French Revolution. A Study in Form and Ideology (Oxford University Studies in the Enlightenment). Voltaire Foundation: Oxford, 2002; Boissier G. La suppres-

sion des Académies en 1793. Rev Deux Mondes 1907; 40(4): 721-751.

8. Challan A-D-J-B. Éloge historique de Pierre Bénézech, Conseiller d'État, 1803 (28 pp); Zeller B. Pierre Bénézech (1740-1802), un royaliste ministre du Directoire. Mulhouse, 1972; Chaudonneret M-C. Les ministres de l'intérieur et les arts sous le Directoire. Livraisons de l'histoire de l'architecture 2013; 26: 63-73.
9. Franklin A. Recherches historiques sur le Collège des Quatre-Nations, d'après des documents entièrement inédits. Bibliothèque Magazine: Paris, Aubry, 1862; Babelon J-P. Le Palais de l'Institut: du Collège des Quatre-Nations à l'Institut de France (1805-2005). Nicolas Chaudun, 2005 (186 pp).
10. Bensaude-Vincent B. Un public pour la science, l'essor de la vulgarisation au XIXe siècle. Réseaux 1993; 11(58): 47-66; Bertomeu Sánchez JR, García Belmar A. La revolución química. Entre la historia y la memoria. Universitat de València: Valencia, 2006.
11. Planchon G. L'enseignement des sciences physico-chimiques au jardin des apothicaires et à l'École de pharmacie de Paris. E. Flammarion: Paris, 1897; Hypotheses. Muséum, objet d'Histoire, Chimistes au Muséum, 15 mars 2013, https://objethistoire.hypotheses.org/336; Fischer J-L. Expérimenter. Le Muséum au premier siècle de son histoire, Blanckaert et al. (Eds.). Publications scientifiques du Muséum, 1993, pp. 333-339.
12. de Morveau G, Lavoisier, Berthollet, Fourcroy. Méthode de nomenclature chimique. Chez Cuchet: Paris, 1787; García Belmar A, Bertomeu Sánchez JR. Nombrar la materia, una introducción histórica a la terminología química. Ediciones del Serbal: Barcelona, 1999.
13. Lavoisier A-L. Traité élémentaire de Chimie. Chez Cuchet: Paris, 2 vols., 1789; Lavoisier A-L. Tratado elemental de química, Munárriz J (trad.). Imprenta Real: Madrid, 1798; Elements of Chemistry (with an introduction by Douglas McKie), Kerr R (transl.). Dover: New York, 1965; Lavoisier AL. Tratado elemental de química, edición de Ramón Gago Bohórquez. Crítica: Barcelona, 2007.
14. Granville AB. An account of the life and writings of Baron Guyton de Morveau. Q J 1817; 3: 249-296; Plan G-M. Guyton de Morveau et l'Enseignement de la Pharmacie à Dijon au XVIII[e] siècle. Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie, Université de Bourgogne, Faculté de Pharmacie: Dijon, 2004; Mocellin RC. Louis-Bernard Guyton de Morveau: chimiste et professeur au Siècle des Lumières. Thèse pour obtenir le grade de Docteur, Histoire, Philosophie et Sociologie des sciences. Université Paris Ouest (Paris X-Nanterre), 2009.
15. Bouvet M. À propos d'un article récent: Berthollet, Fourcroy, J-B. Dumas et Wurtz étaient-ils pharmaciens? Rev Hist Pharm 1947; 35(117): 147-152; Colquhoun J. On the life and writings of Claude-Louis Berthollet. Ann Phil 1825; 9: 1-18; 81-96; 161-185; Cuvier. Éloge historique de M. le Comte Berthollet. Lu à la séance publique du 7 juin 1824. Mem Acad R Sci Inst France 1829; 8: clxxix-ccx; Sadoun-Goupil M. Le chimiste Claude-Louis Berthollet 1748-1822. Sa vie, son œuvre. Librairie Philosophique J. Vrin: Paris, 1977; Sadoun-Goupil M. Science pure et science appliquée dans l'œuvre de Claude-Louis Berthollet. Rev Hist Sci 1974; 27(2): 127-145; Wisniak J. Claude-Louis Berthollet. Rev CENIC Cienc Quim 2008; 39(1): 45-55; Sztejnberg A. The Eminent French Chemist Claude-Louis Berthollet (1748-1822) in the Literature between the 19th and 21st Centuries. Substantia 2020; 4(2): 139-149.
16. Guignard L, Dorveaux P. Centenaire de l'École supérieure de pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903. A. Joanin et Cie: Paris, 1994; JH. La Société Libre des Pharmaciens de Paris (1796-1803): Jacques de Mari, La Société Libre des Pharmaciens de Paris (1796-1803). Rev Hist Pharm 1944; 32(114): 52-53; République Française. FranceArchives. Fondation de la Société de pharmacie de Paris devenue Académie nationale de pharmacie, 15 thermidor an XI (3 août 1803); https://francearchives.gouv.fr/fr/pages_histoire/38868; Warolin C. Bicentenaire de la création de la Société Libre des Pharmaciens de Paris (20 mars 1796). Rev Hist Pharm 1996; 84(311): 364-376; JH. Le Collège de Pharmacie de Paris (1777-1796): Michel Caze, Le Collège de Phar-

macie (1777-1796). Rev Hist Pharm 1944; 32(114): 51-52; Lafont O. De l'apothicaire au docteur en pharmacie. Actualités pharmaceutiques 2024; 63(632): 22-27.

17. Paya L. Du jardin des Simples de la Maison de la charité chrétienne au Jardin des Apothicaires (1578-1624). Cour de France.fr 2008: 1-10. https://cour-de-france.fr/art-et-culture/jardins/etudes-modernes/article/du-jardin-des-simples-de-la-maison-de-la-charite-chretienne; Bouvet M. Les anciens jardins botaniques médicaux de Paris. Rev Hist Pharm 1947; 35(119): 221-228; Guitard E-H. Au vieux Jardin des Apothicaires. Bull Soc Hist Pharm 1929; 17(64): 320-332; Bonnemain B. L'Histoire de la pharmacie via l'Internet. Rev Hist Pharm 2015; 102(388): 500-504.
18. Fourcroy A-F. Sur l'union de la Chimie et de la Pharmacie. Ann Chim 1797; 21: 294-333; Discurso sobre la unión de la química y de la farmacia leído en la Sociedad Libre de los Farmacéuticos de París el día 16 de Nivoso, año V de la República francesa (5 de enero de 1797) por el C. Fourcroy, Doctor en Medicina y Catedrático de Química, con motivo de haber sido admitido en aquel cuerpo, traducido al castellano por el Dr. D. Francisco Carbonell y Bravo, profesor de Farmacia, catedrático de Química en Barcelona, etc. Libr. Quiroga, Imprenta de Repullés: Madrid, 1804 (95 pp); Bertomeu Sánchez JR, García Belmar A. Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822) y las relaciones entre la química y la farmacia durante el último tercio del siglo XVIII. Hispania 2001; 61(2): 539-562.
19. Thomson T. Biographical account of M. De Fourcroy. Ann Phil 1813; 1: 321-332; Kersaint G. Antoine-François de Fourcroy (1755-1809), sa vie et son œuvre. Rev Hist Pharm 1967; 55(195): 589-596; Smeaton WA. Fourcroy, Chemist and Revolutionary 1755-1809. Heffer & Sons: Cambridge, England, 1962; Viel C. Antoine-François de Fourcroy (1755-1809), promoteur de la loi de Germinal an XI. Rev Hist Pharm 2003; 91(339): 377-394; Wisniak J. Antoine François de Fourcroy. Rev CENIC Cienc Quim 2005; 26(1): 54-62.
20. Kremers E, Urdang G. History of Pharmacy, 2nd ed. Lippincott: Philadelphia, 1951, p. 92, p. 94; Chast F. L'histoire des Annales pharmaceutiques françaises 1809-2009. Ann Pharm Fr 2009; 67(6): 380-390; Bonnemain B. Les journaux pharmaceutiques des origines à 1840. Société d'Histoire de la Pharmacie, 2021; https://www.shp-asso.org/les-journaux-pharmaceutiques-des-origines-a-1840/; Bonnemain B. Fourcroy et les journaux pharmaceutiques. Rev Hist Pharm 2011; 98(369): 31-38.
21. Wisniak J. Jean Antoine Chaptal. Rev CENIC Cienc Quim 2003; 34(2): 159-167; Fournier J. Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), agronome et chimiste. CR Chimie 2024; 27: 47-110; Anon. Jean Antoine Claude Chaptal, 1756-1832. Nature 1932; 130: 122. https://doi.org/10.1038/130122a0; Sztejnberg A. Jean Antoine Chaptal (1756-1832). The eminent French chemist of the second half of the eighteenth century and the first half of the nineteenth century (To the 190th Anniversary of his death). Rev CENIC Cienc Quim 2022; 53: 2221-2442; Jacques E. Jean-Antoine Chaptal (1765-1832): premier chimiste disciple de Lavoisier. CR Chimie 2024; 27: 19-45.
22. Cap PA. Pierre Bayen, chimiste, 1725-1798. J Pharm Chim 1865; 1: 106-122; Anon. BAYEN (PIERRE). En: Biographie Universelle, Ancienne et Moderne, Nouvelle Édition, Tome Troisième. Chez Madame C. Desplaces: Paris, 1854, p. 337; Labrude P. Pharmaciens militaires. Rev Hist Pharm 2004; 92(344): 664-666; Labrude P. Pierre Bayen (1725-1798), organisateur de la pharmacie militaire. Rev Hist Pharm 1999; 87(324): 459-464; Neave EWJ. Chemistry in Rozier's Journal. III. Pierre Bayen. Ann Sci 1951; 7(2): 144-148; Parmentier. Éloge de Pierre Bayen. Recueil Périodique de la Société de Médecine de Paris, Tome quatrième. De l'imprimerie de la Société de Médecine: Paris, 1978.
23. Crosland M. Science under Control. The French Academy of Sciences 1795-1914. Cambridge University Press: Cambridge, 2002; Maindron E. L'Académie des Sciences. Histoire de l'Académie. Fondation de l'Institut National. Bonaparte membre de l'Institut National. Félix Alcan: Paris, 1888; Gassier E. Les cinq cents Immortels. Histoire de l'Académie

Française 1634-1906. Henri Jouve: Paris, 1906, préface de M. Jules Lemaître, p. 445.

24. Dorveaux P. Apothicaires membres de l'Académie Royale des Sciences: XIII. Bertrand Pelletier. Rev Hist Pharm 1937; 25(97): 5-24; Sturdy DJ. Science and Social Status. The Members of the Académie des Sciences 1666-1750. The Boydell Press: Woodbridge, 1995.
25. Livage J. De l'analyse à la synthèse, une science en constante évolution. La Lettre du Collège de France 2011; 31: 18-23; Charle C, Telkès E. Les professeurs du Collège de France. Dictionnaire biographique 1901-1939. Institut national de recherche pédagogique: Paris, 1988 (Histoire biographique de l'enseignement, 3), 248 pp.
26. Anon. VAUQUELIN (Louis-Nicolas). En: Biographie Universelle Ancienne et Moderne, Supplément, Tome 85. Chez Beck: Paris, 1861, pp. 213-219; Chevallier. Inauguration d'un monument à la mémoire de Louis-Nicolas Vauquelin. Notice biographique. J Chim Méd Pharm Toxicol 1850; 6: 540-559; Cuvier G. Éloge historique de Louis-Nicolas Vauquelin, lu à l'Académie des Sciences le 26 juillet 1831. Mem Acad Sci Inst France 1833; 12: xl-lvj; Dorveaux P. Vauquelin fut-il membre de l'Académie Royale des Sciences? Rev Hist Pharm 1932; 10(78): 57-60; Queruel A. Vauquelin et son temps (1763-1829). Éditions L'Harmattan: Paris, 1994; Pariset. Éloge de M. Vauquelin. Mem Acad R Med, Tome Deuxième. J.B. Baillière: Paris, 1833, pp. 39-51; Wisniak J. Louis-Nicolas Vauquelin. Rev CENIC Cienc Quim 2003; 34(1): 47-54; Lafont O. Dictionnaire d'Histoire de la Pharmacie. Société d'Histoire de la Pharmacie, Pharmathèmes: Paris, 2007; Astier A. De Louis-Nicolas Vauquelin à Frederick Sanger: un plaidoyer pour la chimie analytique. Ann Pharm Fr 2014; 72(1): 1-2; Lafont O. Vauquelin: itinéraire d'une chaumière à l'Institut. Ann Pharm Fr 2014; 72(4): 221-228.
27. Kersaint G. L'usine de Vauquelin et Fourcroy (pour l'histoire de l'industrie chimique). Rev Hist Pharm 1959; 47(160): 25-30.
28. Balzac H. Histoire de la Grandeur et de la Décadence de César Birotteau. Chez l'Éditeur: Paris, 1838.
29. Statue de Louis-Nicolas Vauquelin, devant la faculté de pharmacie René-Descartes 2010.jpg; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Statue_de_Vauquelin_à_la_faculté_de_pharmacie_à_Paris.jpg; Statue de Parmentier à la faculté de pharmacie de Paris: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Statue_de_Parmentier_à_la_faculté_de_pharmacie_de_Paris.jpg
30. Valette S. Ce qu'il faut voir à la Faculté de pharmacie de Paris. Rev Hist Pharm 1973; 21(218): 539-547; Bâtiments de la Faculté de pharmacie de Paris, avenue de l'Observatoire; https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Facult%C3%A9_de_pharmacie_de_Paris.JPG; France Universités, 2016. La salle des Actes de la faculté de pharmacie de Paris: la chapelle Sixtine de la pharmacie. https://franceuniversites.fr/actualite/la-salle-des-actes-de-la-faculte-de-pharmacie-de-paris-la-chapelle-sixtine-de-la-pharmacie/; Société des Amis du Musée François Tillequin. Collection de matières médicales; https://amismuseetillequin.fr/le-musee/
31. Institut de France, Académie des Sciences. Procès-Verbaux de l'Académie des Sciences (1795-1835), Tables générales alphabétiques. Imprimerie Nationale: Paris, 1979, 741 pp; https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb32746437k/date; Comptes rendus sommaires des séances de 1800 à 1830, 5 vols.
32. Szabadváry F. History of Analytical Chemistry. Pergamon Press: Oxford, 1966, p. 125; Guitard E-H. Deyeux, premier pharmacien de Napoléon: Robert Anchel, in La Revue des spécialités. Rev Hist Pharm 1933; 21(84): 195-196; Riaud X. Pharmaciens du Premier Empire. Rev Hist Pharm 2017; 104(396): 609-619; Wisniak J. Nicolas Deyeux. Rev CENIC Cienc Biol 2020; 51(1): 69-83; Petitpre V. La pharmacie au temps de l'Empire: création et évolution. Thèse pour le diplôme d'État de docteur en pharmacie, Université de Lille, 2023.
33. Wisniak J. Armand Jean François Séguin. Rev CENIC Cienc Biol 2024; 55: 078-087.
34. Todericiu D. Balthasar-Georges Sage (1740-1824), chimiste et minéralogiste français, fondateur de la première École des Mines (1783). Rev Hist Sci Paris 1984; 37(1): 29-46;

Dorveaux P. Apothicaires membres de l'Académie des Sciences: XI. Balthazar-Georges Sage. Rev Hist Pharm 1935; 23(91): 152-166.

35. Flahaut S. Le pharmacien Charles-Louis Cadet de Gassicourt, bâtard de Louis XV, et sa famille. Rev Hist Pharm 1980; 27(244): 53-61; Irissou L. Les pharmaciens victimes de la Révolution (suite): Charles-Louis Cadet de Gassicourt. Rev Hist Pharm 1950; 38(127): 63-66; Moreau C. Deux ouvrages généraux de Charles-Louis Cadet de Gassicourt. Rev Hist Pharm 1955; 43(146): 162-165; Pariset E. Éloge de M. le chevalier Cadet de Gassicourt. En: Mémoires de l'Académie royale de médecine, t. I, Partie historique, p. 148. Paris, 1828; V. Histoire des membres de l'Académie royale de médecine, t. I, p. 150. Paris, 1850.
36. Berman A. Parmentier, Antoine-Augustin. En: Dictionary of Scientific Biography, Tome X, Gillispie CC (Ed.). Charles Scribner's Sons: New York, 1974, pp. 325-326; Hoefer (Dir.). PARMENTIER (Antoine-Augustin). En: Nouvelle Biographie Générale depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, Tome Neuvième, 1865, pp. 232-234; Lafont O. Parmentier, hygiène et santé publique. Ann Pharm Fr 2014; 72(3): 194-201; Michaud. Parmentier, Antoine Augustin. En: Biographie Universelle Ancienne et Moderne, PAR-PF, Tome Trente-Troisième. Chez L.G. Michaud: Paris, 1823, pp. 6-12; Ricordel I. Antoine Augustin Parmentier (1737-1813): pharmacien militaire, humaniste et savant. Rev Hist Pharm 2014; 62(383): 319-336; Warolin C. Hommage à Antoine-Augustin Parmentier (1737-1813), premier président de la Société de pharmacie de Paris en 1803. Ann Pharm Fr 2005; 63(5): 340-342; Wisniak J. Antoine-Augustin Parmentier. Rev CENIC Cienc Biol 2010; 41(2): 141-148.
37. Delépine M. Joseph Pelletier and Joseph Caventou. J Chem Educ 1951; 28(9): 454-461; Dillemann G. La vie de Joseph Pelletier. Rev Hist Pharm 1989; 77(281-282): 128-134; Haas LF. Pierre Joseph Pelletier (1788-1842) and Jean Bienaimé Caventou (1795-1877). J Neurol Neurosurg Psychiatry 1994; 57(11): 133; Javillier M, Binet L. Cérémonie de remise à la ville de Paris du nouveau monument à Pelletier et Caventou, à Paris, le vendredi 2 mars 1951. Notices et discours 3: 185-201. https://www.academie-sciences.fr/pdf/eloges/pelletier_notice.pdf
38. Warolin C. La création de l'École de Pharmacie. Rev Hist Pharm 2003; 51(339): 453-475; Bzoura É. Le patrimoine de la Faculté de pharmacie de l'Université Paris V. Rev Hist Pharm 1998; 86(318): 238-250; Wikipédia, l'encyclopédie libre. Faculté de pharmacie de Paris; https://fr.wikipedia.org/wiki/Faculté_de_pharmacie_de_Paris
39. Huard P, Imbault-Huart MJ. Structure et fonctionnement de la Faculté de Médecine de Paris en 1813. Rev Hist Sci 1975; 28(2): 139-168.
40. Rocke AJ. Nationalizing science: Adolphe Wurtz and the battle for French chemistry. The MIT Press: Cambridge, MA, 2001; Rocke AJ. Celebrity culture in Parisian chemistry. Bull Hist Chem 2001; 26(2): 81.
41. Karaayov M. Matthieu Joseph Bonaventure Orfila (1787-1853): The founder of Modern Toxicology. Maedica J Clin Med 2022; 17(2): 532-537; B, Ricordel I. A brief history of toxicology in France during the last two centuries (1789-1989). Toxicol Rep 2002; 9: 505-512; Sus autores. Entre la ciencia y el crimen: Mateu Orfila y la toxicología en el siglo XIX. Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve n.º 6: Barcelona, 2006; Bertomeu-Sánchez JR, Nieto-Galán A. Chemistry, Medicine and Crime. Mateu JB Orfila (1787-1853) and His Times. Watson Pub Int: Sagamore Beach, 2006; Bertomeu Sánchez JR. Mateu Orfila i Rotger (1787-1853): Science, medicine and crime in the nineteenth century. Contrib Sci 2004; 2(4): 566-578.
42. Newell LC. Pierre Auguste Adet. J Chem Educ 1941; 8(1): 43-48.
43. Bussy A. Funérailles de M. Bouillon-Lagrange. Discours. Université de France, Académie de Paris, École de Pharmacie, 8 pp; Tomic S. How to Govern Chemical Courses. The case of the Paris École de pharmacie during Vauquelin's direction, 1803-1829. En: Roberts LL, Werrett S. Compound Histories. Brill, cap. 9, pp. 226-247.
44. Gélébart M. Le premier pharmacien-chef de la Pharmacie Centrale de l'Armée: Jérôme Dizé. Rev Hist Pharm 1949; 37(123): 422-427;

Rouquette. Jérôme Dizé, pharmacien en chef du premier Magasin général des pharmacies. Rev Hist Pharm 1965; 13(186): 411-418; Sáez-Plaza P, Martin J, Asuero AG. La sosa sintética. 2.ª Parte. Mem R Acad Sev Cien 2017; 20: 129-149.

45. Simon J. Pharmacy and Chemistry in the Eighteenth Century. Chemical Knowledge in the Early Modern World. Osiris 2014; 29(1): 283-297; Simon J. The chemical revolution and pharmacy: a disciplinary perspective. Ambix 1998; 45(1): 1-13; Simon J. Chemical Knowledge in the Early Modern World. Pharmacy and Chemistry in the Eighteenth Century: What Lessons for the History of Science? Osiris 29(1): 283-297; Simon J. Pharmacy and Revolution in France, 1777-1809. Ashgate: Aldershot, 2005 (189 pp).

Si desea citar nuestro artículo:
La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte I
Agustín García Asuero
An Real Acad Farm (Internet).
An. Real Acad. Farm. Vol. 92. nº 3 (2026) · pp. 257-274
DOI:http://dx.doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.02

ANALES RANF
www.analesranf.com

ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

ARTÍCULO DE REVISIÓN

La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte II

The Pharmacy in the Chemistry Section of the French Academy of Sciences in the First One Hundred Fifty-Five Years of the Institute of France (1795-1950). Part II

Agustín García Asuero, HonFRSC

Académico de número de la Real Academia Nacional de Farmacia de España

e-mail: asuero@us.es

Recibido el 6 de abril de 2026; aceptado el 12 de septiembre de 2026
Disponible en internet el 30 de septiembre de 2026

PALABRAS CLAVE

Sección de Química
Academia de Ciencias
Francia
Miembros
farmacéuticos

RESUMEN

En la segunda parte de este trabajo se muestran de forma tabular los resultados de las elecciones a la Sección de Química de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia, con información sobre las vacantes, los candidatos, los resultados de las votaciones y los nombramientos. Se compilan los académicos por cada una de las seis plazas, por orden de ingreso y por tiempo de pertenencia. Se ofrece asimismo información sobre su condición de farmacéutico, el año de incorporación, la vacante que se cubre, el número de candidatos presentados, las veces que se optó a la plaza, la convocatoria en que se resultó elegido, el resultado de la votación final y los segundos clasificados. En distintos apartados se consideran la primera mitad del siglo XIX, la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, y se incluyen datos biográficos de los académicos electos. Se incide en la presencia de la farmacia en la Sección de Química y se aprecian las conexiones mutuas entre la química y la farmacia. Se tabulan también los farmacéuticos y químicos pertenecientes a otras secciones, así como los farmacéuticos que presidieron instituciones de prestigio.

DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.03
ISSN: 1697-4271 E-ISSN: 1697-428X/Derechos Reservados © 2026 Real Academia Nacional de Farmacia.
Este es un artículo de acceso abierto

ANALES RANF
www.analesranf.com

KEYWORDS

Chemistry Section
Academy of Sciences
France
Pharmaceutical
members

ABSTRACT

The second part of this paper presents, in tabular form, the results of the elections to the Chemistry Section of the French Academy of Sciences, providing information on vacancies, candidates, voting results and appointments. Academicians are listed for each of the six positions, in order of admission and by length of membership. Information is also provided on their status as pharmacists, year of admission, vacancy filled, number of candidates, number of times they applied, the round in which they were elected, the final voting result and the runners-up. Separate sections consider the first half of the 19th century, the second half of the 19th century and the first half of the 20th century, including biographical data on the elected academicians. Emphasis is placed on the presence of pharmacy within the Chemistry Section, highlighting the mutual connections between chemistry and pharmacy. Pharmacists and chemists belonging to other sections are also tabulated, as well as pharmacists who served as presidents of prestigious institutions.

1. INTRODUCCIÓN

En la primera parte de este trabajo (1) se ha llevado a cabo una introducción al Instituto de Francia (2) (Fig. 1), prestando especial atención a los miembros de la Sección de Química de la Clase 1.ª de Ciencias Físicas y Matemáticas designados y nombrados en los inicios del Instituto, a finales del siglo XVIII (1795-1800), cuando se cubren por elección, conforme a los datos existentes (Tabla 1), las vacantes de Bertrand Pelletier (1761-1797) y Pierre Bayen (1725-1798), ocupadas por Nicolas Deyeux (1745-1837) y Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), respectivamente. Llama la atención el elevado número de candidatos farmacéuticos que aspiraban a dichas plazas. La farmacia, dado el prestigio de que gozaba en la antigua Real Academia de Ciencias de París, estaba ampliamente representada. También fueron objeto de atención aspectos históricos relacionados con la creación del Colegio de Farmacia, la Sociedad de Farmacia de París o el Consejo de Salubridad de París.

En esta segunda parte vamos a analizar la presencia de los farmacéuticos en la Sección de Química en la primera y segunda mitad del siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX. Aunque el protagonismo de los farmacéuticos se hace menos patente en la segunda mitad del siglo XIX, a lo largo de la primera mitad del siglo XX se produce un incremento notable de su número. Joseph Bienaimé Caventou (1795-1877) sostenía en su *Tratado elemental de farmacia teórica* (3, 4):

> "Je crois fermement que l'on peut être chimiste sans être pharmacien, et je ne crois pas que l'on puisse être pharmacien sans être chimiste. En conséquence je distingue la pharmacie-chimique sous deux états ou acceptions, savoir, la pharmacie-chimique théorique et pratique. Toute science et art, en même temps, a besoin du concours de la théorie et de la pratique, autrement on ne possèderait pas les qualités qui constituent le savant artiste ou l'artiste savant".



Figura 1. Instituto de Francia: vista general (Wikipedia; autor: Guilhem Vellut, 13 jun. 2017), fachada (Wikipedia; autor: NonOmnis Moriar, 16 sept. 2012) y biblioteca (Wikipedia; autor: Piero d'Houin, 11 mar. 2009). Inferior izquierda: https://www.academie-sciences.fr/comites-thematiques (Mathieu Baumer).

2. ELECCIONES A LA SECCIÓN DE QUÍMICA DE LA 1.ª CLASE DEL INSTITUTO DE FRANCIA

Se han consultado los diez volúmenes de los "Procès-verbaux de l'Académie des sciences" del periodo 1795-1835 (5), así como los primeros 228 volúmenes de los "Comptes rendus hebdomadaires des séances" desde el 1 de julio de 1835. Se ha hecho un seguimiento del desarrollo de las elecciones a miembros de la Sección de Química: vacantes convocadas, aspirantes a cubrir la plaza, resultados de las votaciones y nombramiento oficial del académico electo. Los resultados se muestran en la Tabla 1. De un total de 85 implicados (excepción hecha de los seis primeros nombrados), el número de aspirantes farmacéuticos asciende a 32, que consiguieron 18 de las 40 plazas en liza, un 45% del total. En la Tabla 2 se compilan los académicos que ocuparon cada una de las seis plazas de la Sección de Química, por orden de ingreso en cada caso; el orden de ingreso por año de los 46 académicos en el periodo 1795-1949, y la clasificación por número de años de pertenencia (de mayor a menor). Los diez primeros clasificados cubren un periodo de pertenencia que oscila entre los 34 y los 63 años. En la Tabla 3 se ofrece información sobre los académicos de la Sección de Química electos en la primera mitad del siglo XIX, en la segunda mitad del siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX: si eran farmacéuticos, el año de incorporación, la vacante que cubren, el número de candidatos presentados, el número de veces que optaron a la plaza, la convocatoria en la que resultaron elegidos, el resultado de la votación final y el segundo clasificado.

Tabla 1. Resultados de las elecciones a miembro de la Sección de Química de la 1.ª Clase del Instituto de Francia (26)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Pelletier (1797) 21 de julio	Seguin, Deyeux, Adet, Bouillon-Lagrange, Dizé, Baumé, Cadet (1 brumario del año VI; 22 de octubre de 1797)	Deyeux 221; Seguin 176; Baumé 172 (1 brumario del año VI; 22 de octubre de 1797)	Deyeux (¿25 de noviembre de 1797?)
Bayen (1798) 15 de febrero	Chaptal, Seguin, Adet, Bouillon-Lagrange, Baumé, Sage, Dizé, Cadet (6 germinal del año VI; 26 de marzo de 1798)	Chaptal 243; Seguin 189; Adet 166; Bouillon-Lagrange 141; Baumé 214; Sage 231; Dizé 93; Cadet 127 (6 germinal del año VI; 26 de marzo de 1798)	Chaptal (¿24 de mayo de 1798?)
Fourcroy (1809) 16 de diciembre	Thénard, Descotils, Amédée Berthollet, Desormes, Chevreul, D'Arcet, Roard, Bouillon-Lagrange (22 de enero de 1810)	El número de votantes es de 53 habiendo obtenido Thénard la mayoría (29 de enero de 1810)	Thénard (5 de febrero de 1810)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Morveau (1816) 2 de enero	Proust, Chevreul y Dulong, Clément y D'Arcet, Laugier, Roard (5 de febrero de 1816)	Votantes: 52 Proust 45; Dulong 1; D'Arcet 3; Laugier 2; Seguin 1 (12 de febrero de 1816)	Proust (4 de marzo de 1816)
Berthollet (1822) 6 de noviembre	- Chevreul, Clément, D'Arcet - Robiquet, Pelletier, Caventou (27 de enero de 1823)	Votantes: 56 D'Arcet en segunda votación 32/56 (3 de febrero de 1823)	D'Arcet (31 de marzo de 1823)
Proust (1826) 5 de julio	Chevreul, Clément, Laugier y Pelletier, Caventou (31 de julio de 1826)	Votantes: 47 Chevreul 39; Clément 6; Laugier 1; Pelletier 1 (7 de agosto de 1826)	Chevreul (21 de agosto de 1826)
Vauquelin (1829) 14 de noviembre	Sérullas y Pelletier, Laugier, Clément, Caventou (21 de diciembre de 1829)	Votantes: 56 1.ª votación: Clément 18; Sérullas 15; Pelletier 10; Laugier 9; Caventou 1; M. Segalas 1 2.ª votación: Clément 25; Sérullas 23; Pelletier 5; Laugier 3 3.ª votación: Sérullas 32; Clément 24 (28 de diciembre de 1829)	Sérullas (25 de enero de 1830)
Sérullas (1832) 25 de mayo	- Dumas - Robiquet - Pelletier - Bussy - Caventou (30 de julio de 1832)	Dumas 36; Robiquet 6; Pelletier 1; Bussy 1 (6 de agosto de 1832)	Dumas (20 de agosto de 1832)
Chaptal (1832) 30 de julio	- Clément - Robiquet - Pelletier - Bussy - Caventou (7 de enero de 1833)	1.ª votación (50): Clément 18; Robiquet 23; Pelletier 9 2.ª votación (51): Clément 18; Robiquet 31; Pelletier 2 (14 de enero de 1833)	Robiquet (28 de enero de 1833)
Deyeux (1837) 27 de abril	- Pelouze - Pelletier - Bussy - Eugène Péligot (12 de junio de 1837)	Votantes: 49 Pelouze 34; Pelletier 15 (19 de junio de 1837)	Pelouze (24 de julio de 1837)
Robiquet (1840) 29 de abril	- Regnault - Bussy - Frémy y Péligot (6 de julio de 1840)	Votantes: 50 Regnault 45; Bussy 3; Frémy 2 (6 de julio de 1840)	Regnault (20 de julio de 1840)
D'Arcet (1844) 2 de agosto	- Frémy - Balard - Péligot - Cahours y Millon (4 de noviembre de 1844)	Balard 28; Frémy 26; (Péligot renuncia) (11 de noviembre de 1844)	Balard (18 de noviembre de 1844)
Thénard (1857) 21 de junio	- Frémy - H. Sainte-Claire Deville y Wurtz - Berthelot y Cahours (7 de diciembre de 1857)	Votantes: 59 Frémy 45; Berthelot 7; Wurtz 6; Sainte-Claire Deville 1 (14 de diciembre de 1857)	Frémy (21 de diciembre de 1857)
Pelouze (1867) 31 de mayo	- Wurtz - Berthelot y Cahours (8 de julio de 1867)	Votantes: 53 Wurtz 46; Berthelot 3; Cahours 2; Votos en blanco 2 (15 de julio de 1867)	Wurtz (29 de julio de 1867)
Dumas (1868*) 11 de abril de 1884	- Berthelot - Cahours - Cloëz, Debray, Friedel, Troost - Bouis, Caron, Gautier, Lamy, Leblanc, de Luynes, Schützenberger (4 de mayo de 1868)	Votantes: 58 Cahours 38; Berthelot 19; Votos en blanco 1 (11 de mayo de 1868)	Cahours (25 de mayo de 1868)
Balard (1876) 30 de marzo	- Cloëz, Debray, Friedel - Grimaux, Schützenberger - Gautier, Jungfleisch, Salet (19 de febrero de 1877)	Votantes: 59 Debray 32; Cloëz 14; Friedel 12; En blanco 1 (26 de febrero de 1877)	Debray (12 de marzo de 1877)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Regnault (1878) 19 de enero	- Cloëz, Friedel - Schützenberger, Troost - Gautier, Grimaux, Jungfleisch - Demarçay, Salet (17 de junio de 1878)	Votantes: 57 1.ª votación: Friedel 25; Cloëz 18; Troost 14 2.ª votación: Friedel 30; Cloëz 14; Troost 13 (1 de julio de 1878)	Friedel (15 de julio de 1878)
Wurtz (1884) 12 de mayo	- Troost - Schützenberger - Gautier, Grimaux, Jungfleisch (30 de junio de 1884)	Votantes: 56 Troost 50; Schützenberger 4; Grimaux 1; Jungfleisch 1 (7 de julio de 1884)	Troost (15 de julio de 1884)
Debray (1888) 19 de julio	- Schützenberger - Arnaud, Ditte, Étard, A. Gautier, Grimaux, Jungfleisch, Le Bel, Maquenne, Moissan (10 de diciembre de 1888)	Votantes: 55 Schützenberger 53; A. Gautier 1; Grimaux 1 (17 de diciembre de 1888)	Schützenberger (31 de diciembre de 1888)
Chevreul (1889) 9 de abril	- Armand Gautier, Moissan - Grimaux - Ditte, Jungfleisch (11 de junio de 1889)	Votantes: 56 A. Gautier 44; Moissan 11; Votos en blanco 1 (17 de junio de 1889)	Gautier (24 de junio de 1889)
Cahours (1891) 17 de marzo	- Grimaux, Moissan - Ditte, Jungfleisch, Le Bel (1 de junio de 1891)	Votantes: 61 Moissan 35; Grimaux 26 (8 de junio de 1891)	Moissan (15 de junio de 1891)
Frémy (1894) 3 de febrero	- Grimaux - Ditte, Jungfleisch, Le Bel - Étard, Joly, Le Chatelier, Lemoine - Arnaud (9 de abril de 1894)	Votantes: 56 Grimaux 45; Le Chatelier 6; Ditte 2; Joly 1; Lemoine 1; Maumené 1 (16 de abril de 1894)	Grimaux (30 de abril de 1894)
Schützenberger (1897) 26 de junio	- Le Bel - Ditte - S. Colson, Étard, Hanriot, Joly, Jungfleisch, Le Chatelier, G. Lemoine (15 de noviembre de 1897)	Votantes: 62 1.ª votación: Ditte 22; Le Bel 17; G. Lemoine 14; Étard 6; Le Chatelier 2; Jungfleisch 1 2.ª votación: Ditte 34; Le Bel 26; Étard 1; Lemoine 1 (29 de noviembre de 1897)	Ditte (13 de diciembre de 1897)
Friedel (1899) 19 de abril	- Étard - Le Bel - Colson, Hanriot, Jungfleisch, Le Chatelier, Lemoine (27 de noviembre de 1899)	Votantes: 57 1.ª votación: Lemoine 21; Étard 19; Le Bel 17 2.ª votación: Lemoine 23; Étard 19; Le Bel 15 (4 de diciembre de 1899)	Lemoine (26 de diciembre de 1899)
Grimaux (1900) 2 de mayo	- Étard - Haller, Jungfleisch, Le Bel, Le Chatelier - Colson, Hanriot (19 de noviembre de 1900)	Votantes: 55 1.ª votación: Étard 18; Haller 17; Le Chatelier 16; Le Bel 4 2.ª votación: Étard 29; Haller 18; Le Chatelier 17 3.ª votación: Haller 29; Étard 24 (26 de noviembre de 1900)	Haller (3 de diciembre de 1900)
Moissan (1907) 20 de febrero	- Le Chatelier - Étard, Jungfleisch, Le Bel - Béhal, Bouveault, Colson, Hanriot, Moureu (29 de abril de 1907)	Votantes: 58 Le Chatelier 40; Colson 7; Le Bel 6; Jungfleisch 4; Béhal 1 (6 de mayo de 1907)	Le Chatelier (13 de mayo de 1907)
Ditte (1908) 9 de noviembre	- Jungfleisch - Étard, Le Bel - Béhal, Bouveault, Colson, Hanriot, Moureu (8 de febrero de 1909)	Votantes: 47 Jungfleisch 38; Le Bel 7; Béhal 1; Colson 1 (15 de febrero de 1909)	Jungfleisch (22 de febrero de 1909)
Troost (1911) 30 de septiembre	- Moureu - Béhal, Colson, Hanriot, Matignon, Urbain (27 de noviembre de 1911)	Votantes: 59 1.ª votación: Colson 22; Moureu 21; Béhal 12; Urbain 4 2.ª votación: Moureu 28; Colson 24; Béhal 8 3.ª votación: Moureu 38; Colson 21; Béhal 1 (4 de diciembre de 1911)	Moureu (11 de diciembre de 1911)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Jungfleisch (1916) 24 de abril	- Émile Bourquelot - Georges Urbain - Auguste Béhal, Émile Blaise, Marcel Delépine, Paul Lebeau - Albert Colson, Camille Matignon (26 de mayo de 1919)	1.ª votación (56): Albert Colson 21; Émile Bourquelot 13; Auguste Béhal 12; Georges Urbain 10 2.ª votación (55): Albert Colson 19; Émile Bourquelot 16; Auguste Béhal 12; Georges Urbain 8 3.ª votación (55): Émile Bourquelot 22; Albert Colson 20; Auguste Béhal 10; Georges Urbain 2; Camille Matignon 1 4.ª votación (55): Émile Bourquelot 33; Albert Colson 21 (2 de junio de 1919)	Émile Bourquelot (23 de junio de 1919)
Gautier (1920) 27 de julio	- Auguste Béhal, Georges Urbain - Émile Blaise, Albert Colson, Marcel Delépine, Paul Lebeau - Camille Matignon (24 de enero de 1921)	Votantes: 60 Auguste Béhal 37; Albert Colson 10; Georges Urbain 10; Camille Matignon 3 (31 de enero de 1921)	Auguste Béhal (4 de febrero de 1921)
Bourquelot (1921) 26 de enero	- Georges Urbain - Émile Blaise - Marcel Delépine, Paul Lebeau, Robert Lespieau, Camille Matignon (2 de mayo de 1921)	Votantes: 59 Georges Urbain 36; Camille Matignon 15; Émile Blaise 4; Marcel Delépine 2; Albert Colson 1; Robert Lespieau 1 (9 de mayo de 1921)	Georges Urbain (25 de mayo de 1921)
Lemoine (1922) 13 de noviembre	- Gabriel Bertrand - Émile Blaise, Marcel Delépine (26 de febrero de 1923)	Votantes: 60 Gabriel Bertrand 39; Camille Matignon 12; Marcel Delépine 4; Émile Blaise 2; André Debierne 2; Voto nulo 1 (5 de marzo de 1923)	Gabriel Bertrand (8 de marzo de 1923)
Haller (1925) 29 de abril	- Marcel Delépine - Edmond (Émile) Blaise, Paul Lebeau, Camille Matignon - Robert Lespieau, Marc Tiffeneau (25 de enero de 1926)	Votantes: 62 Camille Matignon 41; Marcel Delépine 19; Edmond Blaise 2 (1 de febrero de 1926)	Camille Matignon (7 de febrero de 1926)
Moureu (1929) 13 de junio	- Marcel Delépine - Edmond Blaise - Paul Lebeau, Robert Lespieau, Marc Tiffeneau, André Wahl (2 de diciembre de 1929)	Votantes: 51 1.ª votación: Marcel Delépine 24; Robert Lespieau 23; Edmond Blaise 2; Marc Tiffeneau 1; Voto en blanco 1 Votantes: 52 2.ª votación: Marcel Delépine 31; Robert Lespieau 20; Voto en blanco 1 (20 de enero de 1930)	Marcel Delépine (29 de enero de 1930)
Matignon (1934) 18 de marzo	- Paul Lebeau - Robert Lespieau - Edmond Blaise, Marcel Sommelet, Marc Tiffeneau, André Wahl (3 de diciembre de 1934)	Votantes: 58 Robert Lespieau 35; Paul Lebeau 21; Marc Tiffeneau 1; Voto en blanco 1 (10 de diciembre de 1934)	Robert Lespieau (18 de diciembre de 1934)
Le Chatelier (1936) 17 de septiembre	- Paul Lebeau - Edmond Blaise, Paul Pascal, Marcel Sommelet, Marc Tiffeneau, André Wahl - Pierre Jolibois (8 de marzo de 1937)	Votantes: 56 Paul Lebeau 37; Paul Pascal 17; Marc Tiffeneau 2 (15 de marzo de 1937)	Paul Lebeau (18 de marzo de 1937)
Urbain (1938) 5 de noviembre	- Marc Tiffeneau - Edmond Blaise, Pierre Jolibois, Paul Pascal, Marcel Sommelet, André Wahl (1 de mayo de 1939)	Votantes: 57 Marc Tiffeneau 44; Pierre Jolibois 6; Paul Pascal 5; André Wahl 1; Voto nulo 1 (8 de mayo de 1939)	Marc Tiffeneau
Béhal (1941) 2 de febrero	- Pierre Jolibois - Charles Dufraisse, Georges Dupont, Pauline Ramart, Marcel Sommelet, Gustave Vavon (12 de junio de 1944)	Votantes: 41 Pierre Jolibois 25; Charles Dufraisse 11; Pauline Ramart 4; Gustave Vavon 1 (26 de junio de 1944)	Pierre Jolibois (13 de julio de 1944)

Vacante	Candidatos (fecha)	Votación (fecha)	Nombramiento
Tiffeneau (1945) 20 de mayo	- Paul Pascal - Charles Dufraisse, Georges Dupont, Pauline Ramart, Marcel Sommelet, Gustave Vavon (26 de noviembre de 1945)	Votantes: 49 1.ª votación: Paul Pascal 24; Charles Dufraisse 13; Pauline Ramart 12 2.ª votación: Paul Pascal 30; Pauline Ramart 13; Charles Dufraisse 6 (3 de diciembre de 1945)	Paul Pascal (20 de enero de 1946)
Lespieau (1947) 21 de abril	- Charles Dufraisse - Georges Dupont, Pauline Ramart-Lucas - Georges Chaudron, Marcel Sommelet, Gustave Vavon, Michel Polonowski (12 de enero de 1948)	Votantes: 53 1.ª votación: Charles Dufraisse 20; Pauline Ramart 13; Georges Dupont 10; Michel Polonowski 10 2.ª votación: Charles Dufraisse 27; Pauline Ramart 18; Georges Dupont 6; Michel Polonowski 1; Voto nulo 1 (19 de enero de 1948)	Charles Dufraisse (3 de marzo de 1948)

* Dumas deja la sección al ser nombrado secretario perpetuo (1868); fallece el 11 de abril de 1884.

Tabla 2. Sección de Química: plazas, orden de ingreso y tiempo de pertenencia a la institución

Plazas de la Sección de Química			Orden de ingreso			Orden por tiempo de pertenencia		
Académico	**Año**	**Años**	**Académico**	**Año**	**Años**	**Académico**	**Año**	**Años**
Plaza I			Morveau	1795	21	Chevreul	1826	63
Morveau	1795	21	Berthollet	1795	28	Dumas	1832	52
Proust (F)	1816	10	Fourcroy	1795	15	Thénard	1810	47
Chevreul	1826	63	Bayen (F)	1795	3	Deyeux (F)	1797	40
Gautier	1889	31	Pelletier (F)	1795	2	Bertrand (F)	1923	39
Béhal (F)	1921	20	Vauquelin (F)	1795	34	Regnault	1840	38
Jolibois	1944	10	Deyeux (F)	1797	40	Frémy	1857	37
Plaza II			Chaptal	1798	35	Chaptal	1798	35
Berthollet	1795	27	Thénard	1810	47	Delépine (F)	1930	35
D'Arcet	1823	11	Proust (F)	1816	10	Vauquelin (F)	1795	34
Balard (F)	1844	32	D'Arcet	1823	11	Balard (F)	1844	33
Debray	1877	11	Chevreul	1826	63	Gautier	1889	31
Schützenberger	1888	11	Sérullas (F)	1829	3	Pelouze (F)	1837	30
Ditte	1897	11	Dumas	1832	52	Le Chatelier	1907	29
Jungfleisch (F)	1909	7	Robiquet (F)	1833	7	Berthollet	1795	28
Bourquelot (F)	1916?	5	Pelouze (F)	1837	30	Troost	1884	27
Urbain	1921	17	Regnault	1840	38	Haller (F)	1900	25
Tiffeneau (F)	1939	6	Balard (F)	1844	33	Cahours	1868	23
Pascal	1946	22	Frémy	1857	37	Lemoine	1900	23
Plaza III			Wurtz	1867	17	Pascal	1946	22
Fourcroy	1795	15	Cahours	1868	23	Morveau	1795	21
Thénard	1810	47	Debray	1877	11	Friedel	1878	21
Frémy	1857	37	Friedel	1878	21	Lebeau (F)	1937	21
Grimaux (F)	1894	6	Troost	1884	27	Dufraisse (F)	1948	21
Haller (F)	1900	25	Schützenberger	1888	11	Béhal (F)	1921	20
Matignon	1926	8	Gautier	1889	31	Moureu (F)	1911	18
Lespieau	1934	13	Moissan (F)	1891	16	Wurtz	1867	17
Dufraisse (F)	1948	21	Grimaux (F)	1894	6	Urbain	1921	17
Plaza IV			Ditte	1897	11	Moissan (F)	1891	16
Bayen (F)	1795	3	Lemoine	1900	23	Fourcroy	1795	15
Chaptal	1798	34	Haller (F)	1900	25	Lespieau	1934	13
Robiquet (F)	1833	7	Le Chatelier	1907	29	D'Arcet	1823	11
Regnault	1840	38	Jungfleisch (F)	1909	7	Debray	1877	11
Friedel	1878	21	Moureu (F)	1911	18	Schützenberger	1888	11
Lemoine	1900	23	Bourquelot (F)	1919	5	Ditte	1897	11
Bertrand (F)	1923	39	Béhal (F)	1921	20	Proust (F)	1816	10
Plaza V			Urbain	1921	17	Jolibois	1944	10
Pelletier (F)	1795	2	Bertrand (F)	1923	39	Matignon	1926	8

Plazas de la Sección de Química			Orden de ingreso			Orden por tiempo de pertenencia		
Académico	Año	Años	Académico	Año	Años	Académico	Año	Años
Deyeux (F)	1797	40	Matignon	1926	8	Robiquet (F)	1833	7
Pelouze (F)	1837	30	Delépine (F)	1929	35	Jungfleisch (F)	1909	7
Wurtz	1867	17	Lespieau	1934	13	Tiffeneau (F)	1939	7
Troost	1884	27	Lebeau (F)	1937	21	Grimaux (F)	1894	6
Moureu (F)	1911	18	Tiffeneau (F)	1939	7	Bourquelot (F)	1916?	5
Delépine (F)	1930	35	Jolibois	1944	10	Bayen (F)	1795	3
Plaza VI			Pascal	1946	22	Sérullas (F)	1829	3
Vauquelin (F)	1795	34	Dufraisse (F)	1948	21	Pelletier (F)	1795	2
Sérullas (F)	1829	3						
Dumas	1832	52						
Cahours	1868	23						
Moissan (F)	1891	16						
Le Chatelier	1907	29						
Lebeau (F)	1937	21						

(F): farmacéutico. Años: años de pertenencia a la Academia.

Tabla 3. Académicos de la Sección de Química electos en la primera y segunda mitad del siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX

Académico	F	Año	Vacante	Candidatos	N.º de veces	Convo-catoria	Votación final	2.º clasificado
Nombramientos de finales del siglo XVIII								
Deyeux	F	1797	Pelletier	7			221 a 176	Seguin
Chaptal		1798	Bayen	8			243 a 231	Sage (*)
Ingresos en la Académie des sciences en la primera mitad del siglo XIX								
Thénard		1809	Fourcroy	8	1.ª	1.ª	-	-
Proust	F	1816	Morveau	7	1.ª	1.ª	45 a 3	D'Arcet
D'Arcet		1822	Berthollet	6	3.ª	2.ª	32	-
Chevreul	F	1826	Proust	5	4.ª	1.ª	39 a 6	Clément
Sérullas	F	1829	Vauquelin	4	1.ª	3.ª	32 a 24	Clément
Dumas		1832	Sérullas	5	1.ª	1.ª	36 a 6	Robiquet
Robiquet	F	1832	Chaptal	5	3.ª	2.ª	31 a 18	Clément
Pelouze	F	1837	Deyeux	4	1.ª	1.ª	34 a 15	Pelletier (**)
Regnault		1840	Robiquet	4	1.ª	1.ª	45 a 3	Bussy (***)
Balard	F	1844	D'Arcet	5	1.ª	1.ª	28 a 26	Frémy
Ingresos en la Académie des sciences en la segunda mitad del siglo XIX								
Frémy		1857	Thénard	5	3.ª	1.ª	45 a 7	Berthelot
Wurtz		1867	Pelouze	3	2.ª	1.ª	46 a 3	Berthelot / Cahours
Cahours		1868	Dumas	13	4.ª	1.ª	29 a 19	Berthelot (****)
Debray		1876	Balard	8	2.ª	1.ª	32 a 14	Cloëz
Friedel		1878	Regnault	9	3.ª	2.ª	30 a 14	Cloëz
Troost		1884	Wurtz	5	3.ª	1.ª	50 a 4	Schützenberger
Schützenberger		1888	Debray	10	2.ª	1.ª	53 a 1	Gautier / Grimaux
Gautier		1889	Chevreul	5	6.ª	1.ª	44 a 11	Moissan
Moissan	F	1891	Cahours	5	3.ª	1.ª	35 a 26	Grimaux
Grimaux	F	1894	Frémy	9	7.ª	1.ª	45 a 6	Le Chatelier
Ditte		1897	Schützenberger	9	5.ª	2.ª	34 a 26	Le Bel
Lemoine		1899	Friedel	7	3.ª	2.ª	23 a 19	Étard
Ingresos en la Académie des sciences en la primera mitad del siglo XX								
Haller	F	1900	Grimaux	7	1.ª	3.ª	29 a 24	Étard
Le Chatelier		1907	Moissan	9	5.ª	1.ª	40 a 7	Colson
Jungfleisch	F	1908	Ditte	8	12.ª	1.ª	38 a 7	Le Bel (*****)
Moureu	F	1911	Troost	6	3.ª	3.ª	38 a 21	Colson

Académico	F	Año	Vacante	Candidatos	N.º de veces	Convo-catoria	Votación final	2.º clasificado
Bourquelot	F	1916	Jungfleisch	8	1.ª	4.ª	33 a 21	Colson
Béhal	F	1920	Gautier	7	5.ª	1.ª	37 a 10	Colson
Urbain		1921	Bourquelot	6	4.ª	1.ª	36 a 15	Matignon
Bertrand	F	1922	Lemoine	6	1.ª	1.ª	39 a 12	Matignon
Matignon		1925	Haller	6	6.ª	1.ª	41 a 19	Delépine
Delépine	F	1929	Moureu	6	6.ª	2.ª	31 a 20	Lespieau
Lespieau		1934	Matignon	6	5.ª	1.ª	35 a 21	Lebeau
Lebeau	F	1936	Le Chatelier	7	8.ª	1.ª	37 a 17	Pascal
Tiffeneau	F	1938	Urbain	6	5.ª	1.ª	44 a 6	Jolibois
Jolibois		1941	Béhal	6	3.ª	1.ª	25 a 11	Dufraisse
Pascal		1945	Tiffeneau	6	3.ª	2.ª	30 a 13	Ramart
Dufraisse	F	1947	Lespieau	7	3.ª	2.ª	27 a 18	Ramart

F: farmacéutico. *() Sección VII, de Mineralogía (1801); () académicien libre (1840); (*) académicien libre (1850); (**) Sección V, de Física General; (*****) académicien libre (1929).

3. FARMACÉUTICOS ELECTOS EN LA SECCIÓN DE QUÍMICA EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

Durante la primera mitad del siglo XIX existe una gran representación de farmacéuticos o químicos farmacéuticos en la Sección de Química. De los veinticinco candidatos presentados para cubrir diez puestos en ese periodo, once eran farmacéuticos, que consiguieron cinco de las plazas convocadas, la mitad del total. Joseph-Louis Proust (6) es elegido en 1816; Georges-Simon Sérullas (1774-1832) (7), en 1829; Pierre-Jean Robiquet (1780-1840) (8), en 1833; Théophile-Jules Pelouze (1807-1867), en 1837, y Antoine-Jérôme Balard (1802-1876) (9), en 1844. Crosland (10) resalta que estos hombres fueron elegidos "a pesar" de su formación (*background*) farmacéutica, antes que debido a ella.

La Sección de Química era una de aquellas en las que más difícil resultaba entrar, dado el elevado número de químicos bien cualificados (10, p. 131). Proust, descubridor de la ley de las proporciones constantes, se había granjeado una amplia reputación en el campo de la química. Sérullas y Robiquet habían derivado desde la farmacia hacia la química orgánica, de la que Pelouze fue uno de los mayores contribuidores a lo largo del siglo XIX. Balard tenía en su haber el trabajo sobre el bromo. Proust, Sérullas, Pelouze y Balard fueron elegidos la primera vez que se presentaron, hecho poco usual si nos atenemos al contenido de la Tabla 3, y Robiquet, en su segunda ocasión y en segunda votación. Los seis farmacéuticos restantes, no electos, fueron Edme-Jean-Baptiste Bouillon-Lagrange (1764-1844), André Laugier (1770-1832), Pierre-Joseph Pelletier (1788-1842), Caventou, Antoine Alexandre Brutus Bussy (1794-1882) y Auguste-Nicolas-Eugène Millon (1812-1867).

Bouillon-Lagrange era propietario de una farmacia en la rue Saint-Martin de París. Ejerció como farmacéutico militar durante las campañas napoleónicas. Aspiró en 1797, 1798 y 1809 a las vacantes de Pelletier, Bayen y Antoine-François Fourcroy (1755-1809). Académico honorario de la Academia de Medicina en 1820, en 1832 sucede a Laugier en la dirección de la Escuela de Farmacia de París, en la que era profesor de química. Laugier había reemplazado a Fourcroy a su muerte, en 1809, en el Museo de Historia Natural, y a Nicolas Vauquelin (1763-1829) en la dirección de la Escuela de Farmacia. Optó sin éxito en tres ocasiones, en 1816, 1826 y 1829, a las vacantes de Fourcroy, Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) y Claude-Louis Berthollet (1748-1822), respectivamente. Pierre-Jo-

seph Pelletier lo intentó hasta en seis ocasiones —1822, 1826, 1829, 1832, 1832 y 1837—, y Caventou lo hizo en las cinco primeras de las mencionadas.

Pelletier fue nombrado *académicien libre* en 1840, en sustitución del general Joseph Rogniat (1776-1840), tras ganar la votación en primera vuelta (57 votantes) por 40 votos a 13 al matemático Louis-Benjamin Francœur (1773-1849). Bussy, apoyado por Robiquet, aspira a las vacantes de 1832, 1832, 1837 y 1840. Bussy asume la dirección de la Escuela de Farmacia de París tras la muerte de Bouillon-Lagrange y permanece en ella hasta su retiro en 1873. *Académicien libre* en 1850, ocupa la vacante de Francœur tras ganar la elección (60 votantes) en primera vuelta por 32 votos a 12 a Charles Joseph Minard (1781-1870), ingeniero civil. Millon, profesor en el hospital militar de Val-de-Grâce de París, farmacéutico jefe del ejército de África, descubridor de los cloritos y de un reactivo todavía usado para la determinación de proteínas, se presentó en 1844 a la vacante de Jean-Pierre D'Arcet (1777-1844), que ocupó Balard.

Pierre Louis Dulong (1785-1838), químico, optó en 1816 a la vacante de Guyton de Morveau, pero consigue una plaza (Tabla 4) en la Sección de Física en 1823 por 36 votos a 30 (56 votantes) frente a Augustin Jean Fresnel (1788-1827), uno de los artífices de la teoría ondulatoria de la luz. Dulong fue secretario perpetuo para las ciencias físicas de la Clase 1.ª del Instituto de Francia en los años 1832-1833.

3.1. JOSEPH-LOUIS PROUST (1754-1826)

Proust (6) (Fig. 2) desarrolla la mayor parte de su vida profesional en España: Seminario Patriótico de Vergara (1778-1779), de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País; Madrid (1786); Escuela de Artillería de Segovia (1788), donde inicia sus publicaciones sobre las proporciones definidas, apoyándose en los numerosos análisis de compuestos inorgánicos realizados, y de nuevo Madrid (1789), para organizar un laboratorio (11). En la sesión del 12 de septiembre de 1803 de la Sección de Química de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia se leyó en voz alta la lista de cuarenta y cinco corresponsales de la antigua Academia de Ciencias, cuyos nombres se adoptaron como candidatos para cubrir los puestos vacantes de corresponsal que la Clase debía designar. El 23 de enero de 1804 se procede al nombramiento de los corresponsales, y once resultan elegidos por unanimidad, entre ellos Proust, de Madrid. Proust regresa a Francia en 1806 para pasar unas largas vacaciones y resolver asuntos familiares, y pierde su salario y sus herramientas de trabajo cuando Napoleón Bonaparte (1769-1821) invade España en 1808.

Proust se presenta a la vacante originada por el fallecimiento de Fourcroy, pero el comité lo excluye:

> "M. Proust n'a pas été compris sur cette liste parce qu'il est naturaliste espagnol".

Como señala Fournier (1999) (6):

> "Espagnol pour les Français, Français pour les Espagnols, chimiste pour les pharmaciens, pharmacien pour les chimistes".

A principios del siglo XX, los españoles, amargados por el declive de España en el ámbito científico, consideraban una injusticia que la notoriedad de Proust hubiera redundado en la gloria de su país de origen más que en la del país de acogida, España, donde pasó casi treinta años.

En 1810 fue François-Antoine-Henri Descroizilles (1751-1825), químico de Ruan y antiguo boticario (12), quien informó a Berthollet del lugar de residencia de Proust. Chaptal intercedió ante Berthollet recomendando a Proust, desempleado y en una situación económica comprometida. El 4 de enero de 1816, Louis Jacques Thénard (1777-1857) le informó de que la muerte del químico Guyton de Mor-

veau dejaba una vacante en el Instituto y de que debía presentarse a ella; el 5 de enero insistió a su vez Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850), y luego lo hizo Louis Augustin Bosc d'Antic (1759-1828), su amigo íntimo (elegido miembro de la primera clase del Instituto el 11 de agosto de 1806 por la sección de Economía Rural), pero Proust no se decidía, como lo demuestra una carta de Chaptal en la que le pedía que no se negara a ingresar si era nombrado. En su expediente se conservan cartas que le enviaron los académicos para persuadirlo. Otra misiva de Chaptal, fechada el 13 de febrero de 1816, informa a Proust de su nombramiento:

> "Mon cher collègue, dans sa séance d'hier la classe vous a nommé à la presque unanimité. L'approbation du roi qui est nécessaire ne tardera pas à nous arriver ; votre nom était nécessaire à l'Institut et ce nouveau lien était un besoin pour vos amis. Mille amitiés. Chaptal".

Por una inusual tolerancia, se le dispensó de residir en París. Su busto (fundición a la cera perdida, en bronce), esculpido en 1831 por Pierre-Jean David (1788-1856), puede contemplarse en el Museo de Angers. Proust obtuvo en 1820 de la Escuela de Farmacia de París la licencia para ejercer la farmacia en nombre de Jeanne Rabau, viuda de su hermano (13) Joachim Proust (1751-1819), a pesar de haber interrumpido en 1778 sus estudios de farmacia como maestro farmacéutico en el Hospital de la Salpêtrière, donde era jefe:

> "Madame Proust a l'honneur de prévenir le public que depuis la mort de son mari sa pharmacie n'a point cessé d'être dirigée par son frère M. Proust, chevalier de la Légion d'honneur, membre de l'Institut et ancien apothicaire de l'Hôpital général de Paris".

La viuda vende en 1821 la farmacia de la place Sainte-Croix a Pierre Cadot (1796-1863), y Joseph-Louis continúa trabajando en (el laboratorio de) la farmacia con este joven colega.

Proust fallece el 5 de julio de 1826. El doctor Jean-Baptiste-Pierre Guépin (1778-1858) y Pierre Cadot pronuncian los dos únicos elogios fúnebres ante su tumba (6 de julio de 1826). Guépin fue uno de los ocho profesores titulares de la Escuela Preparatoria de Medicina y Farmacia de Angers, puesta en marcha en 1841, en la que ejerció hasta 1858 y cuya dirección asumió en 1853. Proust había encomendado a Cadot la tarea de entregar, tras su fallecimiento, su testamento manuscrito al Tribunal de Primera Instancia de Angers y de ayudar a su ama de llaves analfabeta, Perrine Brault, hija sin padre y sin dote, a quien había legado la mayor parte de su patrimonio.



Figura 2. Deyeux, Proust, Sérullas, Robiquet, Pelouze y Balard. Banque d'images et de portraits, BIU Santé Pharmacie; Gallica.

En el n.º 9 de la plaza de Santa Cruz de Angers se muestra (6) una placa: "Casa natal de J. L. Proust / Farmacéutico-químico / Miembro del Instituto / Profesor de la Universidad de Madrid / 1754-1826 / Oficina fundada en 1592".

3.2. GEORGES-SIMON SÉRULLAS (1774-1832)

Sérullas (7) (Fig. 2) sigue en Bourg un curso de farmacia y es nombrado farmacéutico militar.

En dicha condición acude a las campañas de Italia, Alemania y Rusia. Profesor en Val-de-Grâce y en el Museo de Historia Natural, sucede a Vauquelin en la Academia de Ciencias. Sérullas emprende una serie de experiencias interesantes sobre el yodo, descubierto en 1813, después sobre el bromo, una vez descubierto en 1826, y también sobre el cloro. Es el primero en publicar sobre el yodoformo, un antiguo antiséptico y desinfectante. Está enterrado en el cementerio del Père-Lachaise.

3.3. PIERRE-JEAN ROBIQUET (1780-1840)

Robiquet (8) (Fig. 2) trabaja en una farmacia de Lorient y estudia a continuación en la Escuela Central de Rennes. Ejerce como farmacéutico militar en Italia. Discípulo de Fourcroy y Vauquelin en París, entabla con Thénard una amistad estable y duradera. Descubre la asparagina, el primer aminoácido descrito; la alizarina, colorante que extrae de la raíz de la rubia, y el alcaloide codeína. Reemplaza a Chaptal en la Academia de Ciencias. Michel Eugène Chevreul (1786-1889) toma la palabra en nombre de la Academia en su funeral y expresa (14):

> "Les travaux de Robiquet se recommandent par le nombre, la diversité des sujets, la délicatesse des procédés d'analyse immédiate, l'exactitude des expériences, la finesse et l'originalité même des aperçus, l'intérêt des résultats, portant souvent sur la science pure aussi bien que sur l'application".

3.4. THÉOPHILE-JULES PELOUZE (1807-1867)

Pelouze (Fig. 2) (15) trabajó primero como asistente de laboratorio, de 1827 a 1829, en una farmacia de La Fère y después en la farmacia del hospital de la Salpêtrière, en París. Conoce accidentalmente a Gay-Lussac, lo que cambia el curso de su vida, cuando este le ofrece una plaza (16) en su laboratorio privado de "El Arsenal". Este hecho solo ocurre (17, p. 4) en los casos de Justus von Liebig (1803-1873) y Leopold von Buch (1774-1853). En el laboratorio de Gay-Lussac traba amistad con Liebig. Pelouze, asistente de Gay-Lussac, profesor en la Universidad de Lille y en la École polytechnique y director de la Casa de la Moneda, llega a ser miembro de la Academia de Ciencias en 1837, en sustitución de Deyeux, y profesor del Colegio de Francia en sustitución de Thénard. Determina con gran exactitud los pesos atómicos de varios elementos y prepara en 1838 la nitrocelulosa, que Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) comprueba que es altamente explosiva (18), lo que da comienzo a la era de los explosivos. Pelouze es uno de los farmacéuticos franceses que más contribuyeron (19) a la evolución de la química orgánica en el siglo XIX.

Pelouze, discípulo y heredero de Gay-Lussac, le sustituye en 1852 en el Consejo de Administración de Saint-Gobain y en el cargo de asesor científico. Publica con Edmond Frémy (1814-1894), administrador de Saint-Gobain, un tratado de química analítica que hizo historia (varias ediciones hasta 1865). Frémy comenzó su carrera (20) como asistente de Pelouze en la Escuela Politécnica, a quien sucedió como profesor en 1846. Cuando Gay-Lussac fallece en 1850, se convierte en profesor del Museo de Historia Natural (antiguo Jardin du Roi), del que es elegido director tras la retirada de Chevreul en 1879. Frémy es coautor con Pelouze (21) del *Traité de chimie générale* (6 vols., París, 1854-1857). Muchos químicos se formaron en el laboratorio privado de Pelouze (rue Guénégaud), entre ellos Claude Bernard (1813-1878) y Charles Frédéric Gerhardt (1816-1856) (17, p. 83). Pelouze, siendo *répétiteur* de Gay-Lussac en la Politécnica, conoce a Liebig cuando este regresa a París en 1828 y entra en contacto con Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), que había sido *répétiteur* de Thénard. Pelouze realiza en 1836 una estancia en el laboratorio de Liebig

en Giessen, donde llevan a cabo investigaciones conjuntas.

Siendo Pelouze miembro de la Academia de Ciencias y profesor del Colegio de Francia, gracias a su mediación Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) asiste durante su estancia en París como oyente libre a las conferencias de la Escuela Politécnica, donde traba amistad con Henri Victor Regnault (1810-1878) y Jules Reiset (1818-1896). Regnault, más adelante profesor de la Escuela Politécnica, invita a Marcellin Pierre Eugène Berthelot (1827-1907) (23) a entrar en el laboratorio privado de Pelouze, en la rue Dauphine (17, p. 7). Pelouze funda el laboratorio en 1846, que se convierte en la escuela de química más importante de Francia y en el que se forma un elevado número de estudiantes. La estancia de Berthelot en el laboratorio de Pelouze marcó profundamente su carrera (22). El laboratorio disponía de varias salas, las más grandes destinadas a los trabajos colectivos. Acogía a unos 30 jóvenes de las zonas industriales del norte y el este de Francia, que abonaban una cuota mensual de 100 a 150 francos.

En 1852 Pelouze renuncia a todos sus cargos y se retira de la vida pública, al contrario que "l'être suprême" (17), como apodaban los estudiantes a Dumas. No obstante, prosigue las investigaciones que había comenzado en 1846. Trabaja con materiales explosivos tales como el algodón pólvora y otros nitrosulfatos. Ascanio Sobrero (1812-1888) (24), estudiante suyo, descubre la nitroglicerina en 1847, y otro estudiante, el sueco Alfred Nobel (1833-1896), es quien lleva el descubrimiento a las más altas cotas en forma de explosivos comerciales, entre ellos la dinamita. Pelouze fue una fuente de inspiración para sus estudiantes (25). Miembro del Consejo Municipal, trabajó en la transformación de la capital bajo el Segundo Imperio. Su nombre es uno de los 72 inscritos en la torre Eiffel, junto a los de André-Marie Ampère (1775-1836), Chaptal, Chevreul, Dumas, Dulong, Gay-Lussac, Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), Regnault, Thénard y Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), entre otros (26). Desde 1864 hasta su muerte vive en el castillo de Chenonceau con su esposa, Marguerite.

3.5. ANTOINE-JÉRÔME BALARD (1802-1876)

El bromo (9), descubierto en 1826 por un joven estudiante de farmacia, Balard (Facultad de Ciencias de Montpellier), segundo elemento líquido a temperatura ambiente, como el mercurio, aunque no metálico, despertó un gran interés. La memoria presentada a la Academia de Ciencias se titulaba "Sobre una sustancia particular contenida en el agua de mar". Dumas (27), en el elogio de Balard (Fig. 2), dijo:

> "La découverte du brome constitue le point de partage entre deux époques de l'histoire de la chimie. Avant qu'il eût été signalé, les éléments étaient considérés comme indépendants les uns des autres ; c'est surtout depuis qu'il est connu, qu'on a vu, sans incertitude, qu'ils se rangeaient par familles naturelles, et que, lorsque celles-ci étaient incomplètes encore, on pouvait, non-seulement prévoir la découverte de l'élément ignoré dont la place restait inoccupée, mais en prédire toutes les qualités".

Dumas relata también en su elogio cómo Balard afirmó en su lecho de muerte (27):

> "N'oubliez pas que j'ai été élève en pharmacie".

4. FARMACÉUTICOS EN LA SECCIÓN DE QUÍMICA EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX

En el siglo XVIII los farmacéuticos y los químicos comparten un espacio natural. Con el desarrollo de la química en el siglo XIX, estos se tornan cada vez más reticentes (10) a ceder uno de sus puestos en la Sección de Química a

los farmacéuticos, no aceptados en la de Medicina, destinada a médicos en ejercicio y cirujanos. A las doce plazas disponibles en este periodo (Tablas 1, 2 y 3) acuden cuatro farmacéuticos: François Stanislas Cloëz (1803-1881), François Raymond Dominique Jules Bouis (1822-1886), Louis-Édouard Grimaux (1835-1900) y Henri Moissan (1852-1907). Moissan consigue el nombramiento en su tercera ocasión (1888, 1889 y 1891), mientras que Grimaux lo hace en la séptima (1876, 1878, 1884, 1888, 1889, 1891 y 1894). En la segunda mitad del siglo XIX (Tabla 3), la media de aspirantes por plaza es de 7,3, y la media de presentaciones para conseguir el nombramiento, de 3,6. Se bate además el récord de presentados: trece a la vacante de Dumas, diez a la de Henri Jules Debray (1827-1888) y nueve a las de Regnault, Frémy y Paul Schützenberger (1829-1897).

Tabla 4. Farmacéuticos y químicos miembros de otras secciones de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia hasta 1920

ACADÉMICOS LIBRES		V. FÍSICA GENERAL		VII. MINERALOGÍA	
Año	Académico	Año	Académico	Año	Académico
1840	Pierre Joseph Pelletier	1823	Pierre Louis Dulong	1795	Jean d'Arcet
1850	Antoine Alexandre Brutus Bussy	1873	Marcellin Pierre Eugène Berthelot	1801	Balthazar-Georges Sage
1929	Joseph Achille Le Bel			1861	Gabriel Auguste Daubrée
				1861	Henri Étienne Sainte-Claire Deville
				1862	Louis Pasteur
VIII. BOTÁNICA		**IX. ECONOMÍA RURAL**		**X. ANATOMÍA Y ZOOLOGÍA**	
Año	Académico	Año	Académico	Año	Académico
1837	Charles Gaudichaud-Beaupré	1795	Antoine-Augustin Parmentier	1844	Achille Valenciennes
1854	Jean-Baptiste Payer	1839	Jean-Baptiste Boussingault	1879	Alphonse Milne-Edwards
1860	Auguste Adolphe Lucien Trécul	1842	Anselme Payen	1902	Eugène Louis Bouvier
1874	Adolphe Chatin	1852	Eugène-Melchior Péligot		
1895	Jean Louis Léon Guignard	1864	Arnould Paul Edmond Thénard		
		1882	Jean Jacques Théophile Schlœsing		
		1887	Pierre Paul Dehérain		
		1888	Émile Duclaux		
		1894	Alfred Claude Aimé Girard		
		1904	Léon Gervais Marie Maquenne		
		1920	Léon Lindet		

Cloëz, farmacéutico de 1.ª clase (1866), interesado en la química y la fisiología vegetal y aspirante a las vacantes de 1868, 1876 y 1878, era naturalista auxiliar del Museo, miembro del Consejo Departamental de Higiene y Salud Pública y examinador de la École polytechnique. Bouis, hijo de farmacéutico, profesor de la Escuela de Farmacia, ensayador en la Casa de la Moneda y jefe del laboratorio de química de la Academia de Medicina, aspira a una plaza en 1868. Berthelot (23) es, a los 24 años, ayudante de Balard en el Colegio de Francia. Doctor en ciencias en 1854, obtiene en 1858 el diploma de farmacéutico. Profesor de Química Orgánica en la Escuela de Farmacia en 1859 y en el Colegio de Francia en

1865. Miembro de la Sección de Física (Tabla 4) en 1873, tras intentos fallidos en la Sección de Química en 1857, 1867 y 1868. Ocupa la vacante de Jean-Marie Duhamel (1797-1872) con 33 votos frente a los 23 de Paul Desains (1817-1885), con 13 presentados.



Figura 3. Moissan, Grimaux, Haller, Jungfleisch, Moureu, Bourquelot, Béhal, Bertrand, Delépine, Lebeau, Tiffeneau y Dufraisse (placa en su vivienda). Banque d'images et de portraits, BIU Santé Pharmacie; Gallica. Haller: https://www.image-est.fr/fiche-documentaire-albin-haller-1849-1925-610-6701-2-0.html

4.1. HENRI MOISSAN (1852-1907)

Moissan (Fig. 3) (9, 28) fue aprendiz en la farmacia Baudry de París. Estudiante de Frémy en el Museo de Historia Natural, se integró en el grupo de Pierre Paul Dehérain (1830-1902). Licenciado en Ciencias en 1877 y farmacéutico de 1.ª clase en 1879. Profesor agregado de la Escuela Superior de Farmacia de París y más tarde profesor de Toxicología y de Química Inorgánica en la misma institución. Moissan aísla el flúor con tan solo 34 años y construye el horno eléctrico a los 40. Las consecuencias científicas y económicas de estos dos descubrimientos fundamentales han sido incalculables. Miembro de la Academia de Medicina (1888) y de la de Ciencias (1891) y Premio Nobel de Química en 1906, entre otras muchas distinciones.

4.2. LOUIS-ÉDOUARD GRIMAUX (1835-1900)

Hijo de un farmacéutico de la Armada, Grimaux (Fig. 3) (28) se forma como farmacéutico en la Escuela de Medicina Naval de Rochefort, su ciudad natal. Tras el servicio médico naval, se orienta hacia la síntesis y el estudio de las propiedades de un gran número de compuestos orgánicos. Escribe obras importantes de química orgánica que le valen el nombramiento de profesor de Química Analítica en la Escuela Politécnica y en el Instituto Agronómico de París, así como su elección en la Sección de Química del Instituto de Francia. Una calle de Rochefort lleva su nombre. Gran historiador de la química, publica biografías de Lavoisier y Gerhardt. Fue, además, un buen profesor.

5. FARMACÉUTICOS ELECTOS EN LA SECCIÓN DE QUÍMICA EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

En la primera mitad del siglo XX la situación se invierte con respecto a la segunda mitad del siglo XIX y los farmacéuticos recuperan su protagonismo pasado (Tablas 1, 2 y 3). El número de plazas en liza en este periodo es de dieciséis; de los veinticinco aspirantes, doce eran farmacéuticos, y diez de ellos llegaron a

ocupar las plazas vacantes. Son los siguientes (28) (Fig. 3): Albin Haller (1849-1925), Émile-Clément Jungfleisch (1839-1916), François Charles Léon Moureu (1863-1929), Émile Bourquelot (1851-1921), Auguste Béhal (1859-1941), Gabriel Bertrand (1867-1962), Stéphane Marcel Delépine (1871-1965), Paul Marie Alfred Lebeau (1868-1959), Marc Émile Pierre Adolphe Tiffeneau (1873-1945) y Charles Robert Henri Dufraisse (1885-1969). Quedan fuera Émile Edmond Blaise (1872-1939), que lo intenta siete veces (1916, 1920, 1921, 1922, 1925, 1919, 1934 y 1936), y Marcel Sommelet (1877-1932), que lo intenta otras siete (1934, 1934, 1936, 1938, 1941, 1945 y 1947). El número medio de aspirantes era de 6,7, algo inferior al de la segunda mitad del siglo XIX, pero el número de veces que se presentaron para conseguir el nombramiento asciende en cambio a 4,4 (Tabla 3).

Haller, Bourquelot y Bertrand ocuparon su plaza a la primera; Béhal y Tiffeneau, a la quinta; Delépine, a la sexta; Lebeau, a la octava, y Jungfleisch, a la duodécima. Pero esa no dejaba de ser la tendencia. Los químicos Alexandre Léon Étard (1852-1910), Joseph Achille Le Bel (1847-1930), Albert Jules Colson (1853-1933) y Adrien Armand Maurice Hanriot (1854-1933) se presentaron siete, siete, ocho y seis veces, respectivamente (Tabla 1), sin éxito. Le Bel es uno de los padres de la estereoquímica y, tras numerosos intentos fallidos, consiguió ser *académicien libre* en 1929, un año antes de su muerte.

5.1. ALBIN HALLER (1849-1925)

Aprendiz de farmacia a los 16 años con Moehrlin, farmacéutico de Wesserling, y después con Achille Gault (1838-?), farmacéutico de Munster, que fue su mentor. Título de farmacéutico de 1.ª clase en 1873 (28) y medalla de oro de la Escuela de Farmacia. Tesis doctoral sobre el alcanfor. Sucede a Charles Friedel (1832-1899) en la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de París. Miembro de la Sección de Química en 1900 y presidente de la Academia en 1923. Crea la Asociación Internacional de Sociedades Químicas en 1911 y en 1913 ocupa su presidencia. Fomentó la organización de la enseñanza de las ciencias aplicadas en toda Francia.

5.2. ÉMILE-CLÉMENT JUNGFLEISCH (1839-1916)

Fue pasante de farmacia en el Hospital de la Pitié-Salpêtrière (1863) y asistente de Berthelot en la Escuela de Farmacia (28) y en el Colegio de Francia. Farmacéutico de 1.ª clase en 1869. Profesor de Química Orgánica (1876-1908) tras la marcha de Berthelot. Electo en la Sección de Química en 1909. Equivalentista acérrimo, al igual que su mentor Berthelot, no adopta la notación atómica hasta el final. Síntesis orgánica de compuestos ópticamente activos. Excelente analista, tanto en el campo de la química inorgánica como en el de la orgánica.

5.3. FRANÇOIS CHARLES LÉON MOUREU (1863-1929)

Realiza sus prácticas en la farmacia de su hermano Félix en Biarritz (28). Farmacéutico jefe de los asilos del Sena en 1891. Trabaja en el laboratorio de Béhal en el Hôpital du Midi. Se interesa por la acroleína y los compuestos acetilénicos. Su obra *Nociones fundamentales de química orgánica* alcanza nueve ediciones de 1902 a 1928 y es traducida al inglés. Catedrático de Química Farmacéutica en 1907, pionero en esta disciplina y en la explotación de sus posibilidades. Presidente del subcomité de productos agresivos de la Comisión de Estudios y Experiencias Químicas del Ministerio de la Guerra. Catedrático de Química Orgánica del Colegio de Francia en 1917.

5.4. ÉMILE BOURQUELOT (1851-1921)

Aprendiz de farmacia en Sedán. Farmacéutico jefe del Hospital Laënnec en 1887, donde realiza investigaciones sobre los hidratos de carbono (28). Pionero en el estudio de los glucósidos vegetales, en el marco de la escuela francesa de los heterósidos. Profesor de Farmacia Galénica de la Escuela de Farmacia de París. Se interesó por el estudio de las enzimas presentes en fármacos y en diversas plantas, por su acción y por los cambios que producen en los componentes de los fármacos y de sus preparaciones galénicas, con resultados notables.

5.5. AUGUSTE BÉHAL (1859-1941)

Aprendizaje de tres años con un farmacéutico y prácticas en los hospitales de París. Alumno de Wurtz y colaborador de Friedel (28), participa con él en la preparación de una nueva nomenclatura de química orgánica y lo acompaña a la Conferencia Internacional de Ginebra. Introduce la notación atómica en la Escuela de Farmacia de París, que pasa a convertirse en Facultad en 1920 (1), y transforma por completo la enseñanza. Asume en 1907 la cátedra de Química Orgánica que dejó vacante Jungfleisch al suceder a Berthelot en el Colegio de Francia. Director de la Oficina de Productos Químicos, muy activa durante la guerra, que contribuyó a fortalecer las relaciones entre ciencia e industria. Electo en 1921 en el puesto de Émile Justin Armand Gautier (1837-1920).

5.6. GABRIEL BERTRAND (1867-1962)

Se incorpora al laboratorio de Edmond Frémy en el Museo de Historia Natural. Asistente en 1889 de Albert Arnaud (1853-1915), sucesor de Chevreul en la cátedra de química aplicada a los cuerpos orgánicos. Farmacéutico de 1.ª clase en 1894 (28). Profesor de Química Biológica en la Facultad de Ciencias de la Sorbona, a la muerte de su mentor Émile Duclaux (1840-1904), desde 1908 hasta su jubilación en 1937. Tras su retiro continúa vinculado al Instituto Pasteur. El núcleo de sus investigaciones lo constituyen el estudio de las enzimas, en particular de las oxidasas, y el descubrimiento de la existencia de los oligoelementos. Contribuyó al esfuerzo bélico en 1914 analizando la cloropicrina, un agente químico de guerra. Electo en 1923.

5.7. STÉPHANE MARCEL DELÉPINE (1871-1965)

Pasante de farmacia en 1892 y ayudante de química de Berthelot en el Colegio de Francia. Farmacéutico de 1.ª clase en 1896 y farmacéutico de hospital en 1902. En 1930 sucede a Moureu en el Colegio de Francia (28). Electo en la Sección de Química en 1930 (en la Academia de Medicina en 1928 y en la de Farmacia en 1946). Colaboró en el diccionario de Wurtz, en el tratado de química mineral de Pascal y en el tratado de química orgánica de Grignard. De 1907 a 1930 pasa las mañanas en el hospital y las tardes en la Facultad de Farmacia, de la que fue nombrado profesor en 1904 en la sección de química y toxicología. Director de la sección farmacéutica de las plantas químicas de Rhône-Poulenc (1928-1937) y posteriormente administrador (1938-1960) de su filial Specia.

5.8. PAUL MARIE ALFRED LEBEAU (1868-1959)

Étard, profesor de la Escuela de Física y Química Industriales de París, en la que Lebeau se gradúa como ingeniero a los 20 años, lo orienta hacia Moissan, con quien colabora durante dieciséis años (28). Doctor en Ciencias en 1898 y título de farmacéutico con honores en 1899. Profesor de Toxicología y de Química Farmacéutica en la Escuela de Farmacia de

París. Contribuyó al desarrollo del horno de arco eléctrico y a la química de altas temperaturas. Durante la Primera Guerra Mundial dirigió el laboratorio de gases de combate y mejoró el diseño de las máscaras antigás. Sucedió a Moureu, que había sido nombrado profesor del Colegio de Francia, en la cátedra de Química Farmacéutica de la Escuela de Farmacia, de la que se jubiló a los sesenta y cinco años.

Tabla 5. Farmacéuticos presidentes del Instituto de Francia, de la Sociedad de Farmacia de París y de la Sociedad Química de Francia

INSTITUTO DE FRANCIA (1795-)		SOCIEDAD DE FARMACIA DE PARÍS (1803-)		SOCIEDAD QUÍMICA DE PARÍS (1857-)	
Año	Académico	Año	Académico	Año	Académico
1819	Louis-Nicolas Vauquelin	1803, 1804, 1807, 1810	Antoine Augustin Parmentier	1879	Émile Jungfleisch
1823	Louis Jacques Thénard	1805, 1808, 1814	Louis-Nicolas Vauquelin	1881, 1890, 1900	Louis Édouard Grimaux
1867	Michel Eugène Chevreul	1826	Pierre Jean Robiquet	1904, 1910	Albin Haller
1897	Gaspard Adolphe Chatin	1829	Georges-Simon Sérullas	1920	Gabriel Bertrand
1923	Albin Haller	1836, 1868	Antoine Alexandre Brutus Bussy	1929	Marcel Delépine
1939	Auguste Béhal	1842	Théophile Jules Pelouze	1945	Marc Tiffeneau
		1858	Gaspard Adolphe Chatin		Charles Dufraisse (presidente de honor)
		1883	Émile Jungfleisch		
		1891	Henri Moissan		
		1898	Émile Bourquelot		
		1903	Albin Haller		
		1895, 1913	Charles Moureu		
		1935	Tiffeneau		
		1944	Lebeau		

5.9. MARC ÉMILE PIERRE ADOLPHE TIFFENEAU (1873-1945)

Aprendiz en la farmacia municipal de Pont-Sainte-Maxence y en la farmacia Vigier de la rue du Bac, en París. Farmacéutico de hospital en 1904. Investiga en química orgánica con Béhal, defiende en 1910 su tesis doctoral en medicina y obtiene por concurso la cátedra de la Facultad de Medicina, en la que imparte (28) clases de farmacología, materia médica y química medicinal durante catorce años. Con Ernest François Auguste Fourneau (1872-1949), farmacéutico y cuñado suyo, funda el grupo "Molécule", en el que se reunían cada mes jóvenes químicos farmacéuticos —Delépine, Amand Valeur (1870-1927), Sommelet— y jóvenes industriales como Camille Poulenc (1864-1942) y el príncipe Jean Cantacuzène (1863-1934) para intercambiar ideas e información.

5.10. CHARLES ROBERT HENRI DUFRAISSE (1885-1969)

Completa sus estudios en la Facultad de Farmacia de París y realiza prácticas en hospitales parisinos mientras cursa física en la Sorbona (28). Ayudante de laboratorio de Moureu en 1911, le sigue al Colegio de Francia cuando

este es nombrado profesor de química orgánica en 1917. Juntos descubren la autooxidación y los antioxidantes. En 1927 sucede a Haller como profesor de química orgánica en la Escuela Superior de Física y Química Industriales, cargo en el que permanece hasta 1956. En 1942 es nombrado catedrático de Química Orgánica del Colegio de Francia.

6. COMENTARIOS FINALES

La Facultad de Farmacia de la Universidad de París es sede de la Academia Nacional de Farmacia de Francia, cuyas reuniones se celebran en la "Salle des Actes" (Fig. 4). Su informe de 2021 "Chimie pour la pharmacie et les sciences pharmaceutiques" comienza así (29):

> "De tout temps, la chimie a joué un rôle majeur dans la découverte et la production de nouveaux médicaments et, par le passé, les grands pharmaciens ont très souvent été de grands chimistes".

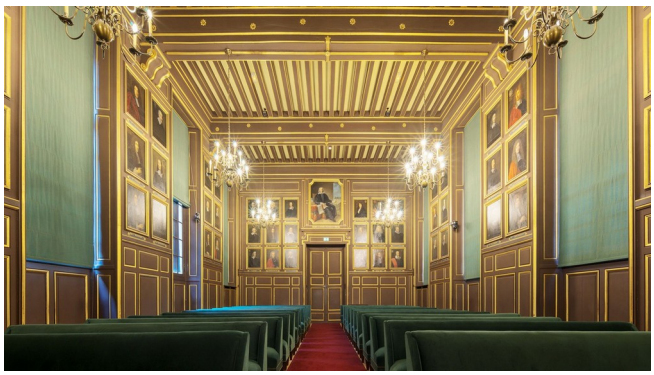


Figura 4. Salle des Actes de la Faculté de Pharmacie de Paris; https://pharmacie.u-paris.fr/la-salle-des-actes/

No es de extrañar, por tanto, la presencia farmacéutica en la Academia de Ciencias de Francia que se ha puesto de manifiesto. La Academia reunía la mayor concentración de talento científico de la Francia del siglo XIX:

> "The greatest ambition of any moderately successful nineteenth-century French scientist was to become a member of the Academy of Sciences" (10).

Un puesto se vendía muy caro, en especial en la Sección de Química, dadas las escasas plazas disponibles y la elevada competencia. Los químicos encontraban salida optando a otras secciones (Tabla 4), para gran preocupación del resto de los colegas, que veían cómo ampliaban su campo de influencia.

En 1867, Alphonse Milne-Edwards (1835-1900) señalaba:

> "La chimie et les sciences naturelles sont, comme chacun le sait, les principales bases de la pharmacologie (…). Il n'est donc pas surprenant que la pharmacie ait fourni à la chimie et aux sciences naturelles un grand nombre d'investigateurs et ait payé amplement par des découvertes les services qu'elle en recevait".

El carácter pluridisciplinar de los estudios de farmacia les confiere la posibilidad de ocupar puestos de primer orden en las grandes instituciones científicas, como se aprecia en la Tabla 5.

7. REFERENCIAS

1. Asuero AG. La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte I. An R Acad Farm 2026; 92(3): 255-273.
2. Leridon H. Démographie de l'Académie des sciences (Institut de France) de 1666 à 2017, et perspectives. Arch Int Hist Sci 2022; 72(188): 118-163.
3. Caventou JB. Traité élémentaire de pharmacie théorique. Chez L. Colas: Paris, 1819, p. XIV.
4. Berman A. Conflict and anomaly in the scientific orientation of the French Pharmacy 1800-1873. Bull Hist Med 1963; 37(5): 440-462.
5. Institut de France, Académie des Sciences. Procès-verbaux de l'Académie des Sciences

(1795-1835); Comptes rendus sommaires des séances de 1800 à 1830, 5 vols.; Comptes rendus hebdomadaires des séances depuis le 1er juillet 1835, 120 vols.

6. Asuero AG. Química (Analítica) y principio de autoridad: anotaciones, historias y anécdotas. Universidad de Sevilla, 2019; Fournier J. Louis-Joseph Proust (1754-1826) était-il pharmacien? Rev Hist Pharm 1999; 87(321): 77-91; David H. Une correspondance inédite du grand chimiste Joseph-Louis Proust, apothicaire, éclairant sa biographie (1754-1826). Rev Hist Pharm 1938; 26(101): 266-279; Fournier J. Comment Proust fut autorisé à exercer la pharmacie. Rev Hist Pharm 1820; 106(404): 543-547.
7. Hoefer (Dir.). Serullas. En: Nouvelle Biographie Générale depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, Tome 43, Saint-Ange-Simiane. Firmin Didot Frères, 1864, pp. 802-804.
8. Warolin C. Pierre-Jean Robiquet (Rennes, 14 janvier 1782-Paris, 29 avril 1848). Rev Hist Pharm 1999; 87(321): 97-110.
9. Sáez-Plaza P, Martin J, Asuero AG. El descubrimiento de los halógenos ¿química o farmacia? 3.ª Parte. Bromo, triadas y flúor. Mem R Acad Sev Cien 2017; 20: 221-261; Asuero AG. Los halógenos ¿materia mineral farmacéutica? An R Acad Nac Farm 2008; 74(1): 51-64.
10. Crosland M. Science under Control: The French Academy of Sciences 1795-1914. Cambridge University Press: Cambridge, 2002.
11. Puerto Sarmiento J. El laboratorio de química del Museo de Historia Natural. Asclepio 1994; 46: 197-220.
12. Martin J, Sáez-Plaza P, Asuero AG. François-Antoine-Henri Descroizilles (1751-1825), demostrador real de química, boticario, inventor y químico industrial: padre del análisis volumétrico. Parte I. An R Acad Nac Farm 2018; 84(2): 185-203; Parte II. An R Acad Nac Farm 2018; 84(3): 255-275.
13. Fournier J. Les pharmaciens et la récolte du salpêtre sous la Convention: l'exemple de Joachim Proust (1751-1819). Rev Hist Pharm 2003; 51(337): 79-102.
14. André-Pontier L. Histoire de la Pharmacie. Origines, Moyen Âge, Temps modernes. Octave Doin: Paris, 1900.
15. Arnaud P. Théophile-Jules Pelouze (1807-1867): quelques éléments de la vie d'un grand chimiste du XIXe siècle. L'Act Chim 2009; 334: 48-54.
16. Rocke AJ. Celebrity culture in Parisian chemistry. Bull Hist Chem 2001; 26(2): 81-91; Michel JM. Contribution à l'histoire industrielle des polymères en France. Origines de la nitrocellulose; https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2021/05/a_1_100_000.vfx2_sav.pdf
17. Rocke AJ. Nationalizing science: Adolphe Wurtz and the battle for French chemistry. The MIT Press: Cambridge, MA, 2001.
18. Martin RS, Colombi A. Christian Friedrich Schönbein (1799-1868): from the perilous explosive guncotton to the salutary dialysis membranes. Am J Nephrol 1992; 12: 196-198.
19. Arnaud P. Théophile-Jules Pelouze (1807-1867). Un pharmacien pionnier de la chimie organique. Rev Hist Pharm 2015; 102(385): 79-100.
20. Farber E. Frémy, Edmond. En: Dictionary of Scientific Biography, Vol. 5. Charles Scribner's Sons: New York, 1972, pp. 157-158.
22. Pelouze J, Frémy E. Traité de chimie générale, 6 vols. Victor Masson et Fils: Paris, 1854-1857.
23. Chaigneau M. Le pharmacien Marcellin Berthelot et la pharmacie. Rev Hist Pharm 1992; 80: 7-13; Fox R. Science, celebrity, diplomacy: The Marcellin Berthelot centenary, 1927. Rev Hist Sci 2016; 69: 77-115; Jaussaud P. Marcellin Berthelot (1827-1907), pharmacien chimiste de la République. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2018 (195 pp).
24. Levinovitz AW, Ringertz N. The Nobel Prize: the first 100 years. The Nobel Foundation, Stockholm; Imperial College Press & World Scientific Publishing Co., 2001.
25. Dumas J-B. Jules Pelouze. Éloge prononcé dans la séance publique annuelle de l'Académie des sciences le 11 juillet 1870. Mem Acad Sci Inst France 1873; 38: IX-LXVI.

26. List of the 72 names on the Eiffel Tower; https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_the_72_names_on_the_Eiffel_Tower
27. Dumas J-B. Éloge de M. Antoine-Jérôme Balard, lu dans la séance publique annuelle de l'Académie des sciences du 10 mars 1879. Firmin-Didot: Paris, 1879 (28 pp).
28. Lestel L. Itinéraires de chimistes 1857-2007: 150 ans de chimie en France avec les présidents de la SFC. EDP Sciences, 2008; Charle C, Telkès E. Les professeurs du Collège de France. Dictionnaire biographique 1901-1939. Institut national de recherche pédagogique: Paris, 1988 (Histoire biographique de l'enseignement, 3), 248 pp; Guignard L, Dorveaux P. Centenaire de l'École supérieure de pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903. A. Joanin et Cie: Paris, 1994.
29. Jaussaud P. Les pharmaciens français et les sciences de la vie dans les grandes institutions parisiennes: de la seconde moitié du XIXe siècle à la Grande Guerre. Bull Hist Épistémol Sci Vie 2010; 17(1): 13-36; Monneret C. La place actuelle de la chimie dans les sciences pharmaceutiques. L'Act Chim 2022; 471: 34-36; Académie nationale de Pharmacie. "Chimie pour la pharmacie et les sciences pharmaceutiques". Rapport validé par le Conseil d'administration du 8 décembre 2021.

Si desea citar nuestro artículo:
La Farmacia en la Sección de Química de la Academia Nacional de Ciencias de Francia en los primeros ciento cincuenta y cinco años del Instituto de Francia (1795-1950). Parte II
Agustín García Asuero
An Real Acad Farm (Internet).
An. Real Acad. Farm. Vol. 92. nº 3 (2026) · pp. 275-295
DOI:http://dx.doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.03

ANALES RANF
www.analesranf.com

ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Efectos farmacológicos y seguridad de *Bixa orellana*: evidencia en modelos *in vivo* y estudios clínicos

Pharmacological Effects and Safety of *Bixa orellana*: Evidence from *In Vivo* Models and Clinical Studies

Sandra Liliana Hernández-Salón[1], Miguel Artavia Solís[2]

[1]Universidad Internacional de las Américas, San José, Costa Rica. ORCID: 0000-0001-6049-1639
[2]Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. ORCID: 0009-0002-0780-6376

e-mail: sahernandez@edu.uia.ac.cr; sandrasalon2000@gmail.com

Recibido el 14 de mayo de 2026; aceptado el 29 de septiembre de 2026
Disponible en internet el 30 de septiembre de 2026

PALABRAS CLAVE

Bixa orellana
Efectos farmacológicos
Fitoterapia
Toxicidad
Experimentación animal

RESUMEN

Introducción: *Bixa orellana* L. (achiote) es una planta medicinal ampliamente utilizada en América Latina por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, asociadas a diversos compuestos, entre ellos la bixina y la norbixina. Métodos: se realizó una revisión de la literatura científica con el objetivo de identificar y analizar los estudios sobre los efectos farmacológicos y toxicológicos de *B. orellana*. La búsqueda se efectuó en Google Scholar, EBSCOhost y PubMed con los términos «Bixa orellana AND rats», «Bixa orellana AND mice» y «Bixa orellana AND clinical trial». Se incluyeron artículos originales con resultados experimentales *in vivo* y estudios clínicos, y se excluyeron las investigaciones realizadas exclusivamente *in vitro* o *in silico*, las revisiones narrativas y los estudios sin resultados experimentales claros. Resultados: el 80,8 % de los artículos analizados correspondió a estudios preclínicos en modelos animales. Los principales efectos descritos fueron de tipo cardiometabólico, hepatoprotector, neuroprotector, inmunomodulador, antiinfeccioso y cicatrizante. Las semillas fueron la principal fuente de los compuestos bioactivos evaluados. Los estudios clínicos fueron escasos y se centraron principalmente en la salud bucal, dermatológica y metabólica, con reducción de la halitosis, mejora de la cicatrización y disminución de la oxidación de las LDL. Los estudios toxicológicos indicaron una baja toxicidad general y la ausencia de efectos genotóxicos significativos. Conclusiones: *B. orellana* presenta un potencial terapéutico respaldado principalmente por evidencia preclínica; sin embargo, se requieren más ensayos clínicos para confirmar su eficacia y su seguridad en humanos.

DOI:https://doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.04
ISSN: 1697-4271 E-ISSN: 1697-428X/Derechos Reservados © 2026 Real Academia Nacional de Farmacia.
Este es un artículo de acceso abierto

ANALES RANF
www.analesranf.com

KEYWORDS

Bixa orellana
Pharmacological effects
Phytotherapy
Toxicity
Animal experimentation

ABSTRACT

Introduction: Bixa orellana *L. (annatto) is a medicinal plant widely used in Latin America for its antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties, associated with several compounds, including bixin and norbixin. Methods: a review of the scientific literature was conducted to identify and analyze studies on the pharmacological and toxicological effects of* B. orellana. *The search was performed in Google Scholar, EBSCOhost, and PubMed using the terms "Bixa orellana AND rats," "Bixa orellana AND mice," and "Bixa orellana AND clinical trial." Original articles reporting* in vivo *experimental or clinical findings were included, whereas studies conducted exclusively* in vitro *or* in silico*, narrative reviews, and studies without sufficient experimental results were excluded. Results: 80.8% of the analyzed articles were preclinical studies in animal models. The main reported effects included cardiometabolic, hepatoprotective, neuroprotective, immunomodulatory, anti-infective, and wound-healing activities. Seeds were the primary source of the bioactive compounds evaluated. Clinical studies were limited and focused mainly on oral, dermatological, and metabolic health, showing reductions in halitosis, improved wound healing, and decreased LDL oxidation. Toxicological studies indicated low general toxicity and no significant genotoxic effects. Conclusions:* B. orellana *shows therapeutic potential supported mainly by preclinical evidence; however, additional clinical trials are needed to confirm its efficacy and safety in humans.*

1. INTRODUCCIÓN

Bixa orellana L. es una planta leñosa cuyos individuos adultos van desde arbustos de 1,5 m hasta árboles de 8 m, si bien en cultivo predominan las variedades de porte bajo y copa compacta. Su rasgo más llamativo son los frutos, cápsulas bivalvas dehiscentes de color rojizo o pardo, densamente espinosas (salvo en algunas variedades seleccionadas) y pubescentes, que contienen numerosas semillas con una sarcotesta vivamente coloreada, del amarillo o anaranjado al rojo vivo o rojo pardo. Sus flores son igualmente vistosas, grandes, con pétalos del blanco al rosado rojizo y numerosos estambres. Vegetativamente se caracteriza por sus hojas simples, acorazonadas y alternas, con estípulas deciduas, savia de color amarillo a anaranjado y pubescencia en los tallos y en el envés de las hojas (1, 2).

Esta especie se ha utilizado como tinte natural y condimento alimentario y, en la medicina tradicional, para el tratamiento de diversas dolencias. Empleada desde la época precolombina, su cultivo se extendió entre los pueblos originarios desde la Amazonía hasta Mesoamérica (3-5). Existen suficientes evidencias para situar su origen en la región amazónica, a partir de la domesticación de *Bixa urucurana* Willd. (6). En el ámbito etnofarmacológico se han empleado tanto las hojas como las semillas para tratar infecciones cutáneas, enfermedades venéreas, conjuntivitis, inflamaciones, trastornos digestivos, afecciones hepáticas, fiebre y enfermedades respiratorias, así como para favorecer la cicatrización de heridas y aliviar irritaciones de la piel (2, 4, 5, 7-9).

Otras culturas la han empleado también como protector solar natural, repelente de insectos y bronceador (2, 5, 9, 10). Además, sus semillas se han utilizado como antídoto en las intoxicaciones por piñoncillo o tempate (*Jatropha curcas* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y jabillo (*Hura crepitans* L.) (4, 5, 11). Con la llegada del mal de Hansen o lepra a América durante la conquista, el aceite extraído de las semillas se utilizó con cierto éxito contra esta enfermedad, según relatan los cronistas españoles (4, 5, 7, 12). En esa misma época el cultivo de *B. orellana* se llevó a los trópicos y subtrópicos del Viejo Mundo, donde se incorporó a las farmacopeas de distintos pueblos, entre las que cabe destacar la medicina ayurvédica (1, 3, 8, 10, 11, 13).

Esta capacidad de *B. orellana* para tratar diversas dolencias se atribuye a la gran diversidad de compuestos bioactivos que contiene, principalmente apocarotenoides como la bixina y la norbixina, responsables del característico color rojo anaranjado de las semillas. Estos compuestos se han utilizado ampliamente como colorantes naturales en la industria alimentaria y han despertado el interés científico por sus actividades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas. La planta contiene también otros metabolitos secundarios, como flavonoides, terpenoides, compuestos fenólicos y aceites esenciales, que probablemente contribuyen a sus efectos farmacológicos (5, 7, 14, 15).

En las últimas décadas se han desarrollado estudios experimentales con el objetivo de determinar el potencial terapéutico de esta especie en modelos *in vivo*, que han mostrado actividades biológicas relevantes, como efectos antiinflamatorios, hepatoprotectores, antimicrobianos, hipoglucemiantes y cicatrizantes. Estos hallazgos respaldan parcialmente los usos documentados en la medicina popular e indican el valor potencial de esta planta como fuente de compuestos bioactivos con propiedades farmacológicas (14). No obstante, a pesar del creciente interés por las propiedades farmacológicas de *B. orellana*, la información disponible sobre su perfil de seguridad y toxicidad sigue siendo limitada y, en algunos casos, contradictoria. Así ocurre con los marcadores de daño hepático: algunos autores observaron una mejora de la función hepática, con una disminución significativa de la aspartato aminotransferasa (AST) (16), mientras que otros no encontraron cambios estadísticamente significativos (17).

Dado su uso frecuente en la medicina tradicional y en las industrias alimentaria y cosmética, los estudios *in vivo* sobre su toxicología son esenciales para evaluar la seguridad de sus extractos y metabolitos activos. Por ello, este trabajo tiene como objetivo revisar los usos experimentales *in vivo* y el perfil de seguridad de esta especie, integrando la información fitoquímica y farmacológica disponible en la literatura científica. El análisis de estos aspectos permitirá una evaluación más completa del potencial terapéutico de la especie, así como identificar los posibles riesgos asociados a su uso, y contribuirá al desarrollo racional y seguro de fitoterapéuticos derivados de esta planta.

2. MÉTODOS

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica, mediante una búsqueda bibliográfica estructurada, con el objetivo de identificar y analizar los efectos biológicos, farmacológicos y toxicológicos de *Bixa orellana* L. descritos en investigaciones preclínicas *in vivo* y en estudios clínicos.

La búsqueda bibliográfica se realizó entre junio y el 30 de septiembre de 2025 en Google Scholar, EBSCOhost y PubMed, y abarcó los artículos publicados entre enero de 2015 y septiembre de 2025. Se utilizaron combinaciones de palabras clave en inglés y en español, entre ellas «Bixa orellana AND rats»,

«Bixa orellana AND mice», «Bixa orellana AND clinical trial», «Bixa orellana AND ratas», «Bixa orellana AND ratones» y «Bixa orellana AND ensayo clínico».

Se incluyeron los artículos originales publicados en revistas científicas indexadas que evaluaran los efectos farmacológicos o toxicológicos de *B. orellana*, de sus extractos o de sus compuestos derivados en modelos animales o en estudios clínicos. Se excluyeron las investigaciones realizadas exclusivamente en modelos *in vitro* o *in silico*, así como las revisiones, las tesis, las publicaciones duplicadas, los protocolos sin resultados y los estudios sin información experimental suficiente. No obstante, se incluyeron las investigaciones que, además de evaluaciones *in vitro* o *in silico*, presentaban resultados experimentales *in vivo* o clínicos, siempre que cumplieran los criterios de inclusión establecidos.

La selección de las publicaciones se realizó mediante la revisión de títulos y resúmenes, seguida de la evaluación del texto completo de los artículos potencialmente elegibles. Aunque el presente estudio es una revisión narrativa, se utilizó un diagrama de flujo adaptado de PRISMA 2020 para documentar de forma transparente el proceso de identificación, cribado, evaluación de la elegibilidad e inclusión de las publicaciones (Figura 1).

Por último, la información recopilada se sistematizó según el tipo de estudio, el modelo experimental, el órgano vegetal, la preparación o el compuesto evaluado y los principales efectos descritos. Se realizó una síntesis narrativa, acompañada de un análisis descriptivo y comparativo de los resultados, que consideró las actividades farmacológicas, los hallazgos toxicológicos y las posibles discrepancias asociadas a las dosis, las formulaciones y las condiciones experimentales. No se realizó un metaanálisis debido a la heterogeneidad de los diseños experimentales, de los modelos utilizados y de las variables evaluadas.

3. RESULTADOS

La búsqueda bibliográfica permitió identificar 269 registros, de los que se eliminaron 11 duplicados. Tras el cribado de 258 registros, se excluyeron 206 publicaciones y se evaluaron 52 artículos a texto completo. Finalmente, se incluyeron 52 estudios: 42 investigaciones preclínicas (80,8 %) y 10 estudios clínicos (19,2 %) (Figura 1).

En las Tablas 1, 2 y 3 se sintetiza la información más relevante de los estudios analizados: los modelos experimentales, los compuestos evaluados y los principales efectos farmacológicos y toxicológicos descritos. Estas tablas permiten comparar de forma estructurada los hallazgos y facilitan la identificación de tendencias, de las áreas más investigadas y de los vacíos en la evidencia disponible sobre *Bixa orellana*.

En la Tabla 4 se presenta un análisis comparativo de las discrepancias observadas entre los estudios incluidos para los principales parámetros evaluados.

Tabla 1. Caracterización de los estudios preclínicos en modelos animales según la categoría de salud, el órgano diana y los resultados farmacológicos de *Bixa orellana*

Categoría de salud	Órgano y preparación / compuesto	Modelo animal	N.º	Problemas específicos	Resultados clave	Ref.
Salud cardiovascular y metabolismo	Semillas: aceite de semilla, bixina y norbixina (activador de PPARγ)	Ratas (Wistar), conejos, ratones	4	Hipertensión, dislipidemia y aterosclerosis	Reducción de la presión arterial sistólica, los triglicéridos y el colesterol LDL; aumento del colesterol HDL y prevención de placas de ateroma	18-21

Categoría de salud	Órgano y preparación / compuesto	Modelo animal	N.º	Problemas específicos	Resultados clave	Ref.
	Semillas: bixina purificada (pureza ≥ 99 %), norbixina y extracto rico en carotenoides	Ratas (Wistar, albinas), ratones	4	Diabetes mellitus (hiperglucemia) y resistencia a la insulina	Efecto hipoglucemiante significativo; la bixina restauró la tolerancia a la glucosa y redujo la HbA1c	22-25
Infecciones y parasitosis	Hojas y semillas: extractos acetónicos y metanólicos, y ácido elágico	Peces (tambaquí), ratones	5	Monogeneos branquiales, leishmaniasis y *Mycobacterium abscessus*	Eficacia del 100 % frente a los parásitos branquiales en peces; reducción de la carga de micobacterias	26-30
Neuroprotección y comportamiento	Semillas y hojas: bixina aislada y extractos foliares metanólicos	Ratas (Wistar), ratones (Swiss)	4	Convulsiones, psicosis y neurotoxicidad por glutamato monosódico	Prevención de las convulsiones inducidas por PTZ; mejora de la memoria y reducción del daño oxidativo neuronal	25, 31-33
Salud ósea	Semillas: aceite purificado, gránulos (Chronic®) y tocotrienoles (δ y γ)	Ratas (Sprague-Dawley, Wistar)	4	Osteoporosis por ovariectomía u orquiectomía	Mejora de la microestructura trabecular, el volumen óseo y los niveles de calcio; efecto protector sinérgico con la testosterona	34-38
Hepatoprotección y toxicología	Corteza (la más eficaz), hojas y raíces: infusión, decocción y aceite estandarizado	Ratas (Wistar), ratones (albinos)	4	Daño hepático por fármacos (paracetamol) o compuestos químicos (CCl_4)	La infusión de corteza redujo drásticamente la ALT (de forma similar a la silimarina) y la necrosis hepática por paracetamol	16, 17, 39, 40
Inmunomodulación y hematología	Semillas y hojas: nanodispersión de aceite y extracto etanólico foliar	Pez cebra, ratas, ratones	4	Inflamación sistémica y perfil hematológico	Reducción de leucocitos y plaquetas (efecto antiagregante); modulación eficaz de la respuesta inflamatoria en peces	41-44
Salud gastrointestinal	Hojas: extracto hidroetanólico (liofilizado) y bixina purificada	Ratas (Wistar), ratones	3	Diarrea secretora y colitis ulcerosa inducida	Inhibición del 88 % de la diarrea; reducción de las lesiones colónicas y restauración de las defensas antioxidantes (SOD, CAT)	45-47
Dermatología y cicatrización	Semillas: aceite, bixina tópica y nanogel de plata	Ratas (Wistar), ratones	3	Cicatrización de heridas y fotodaño UV	Aceleración de la epitelización en 7 días; protección dependiente de NRF2 frente al encanecimiento y el daño solar	48-50
Oncología	Hojas y semillas: bixina purificada y extractos foliares	Modelos *in vitro* (Caco-2, SW480)	2	Cáncer colorrectal y proliferación tumoral	Inducción de apoptosis y reducción del volumen tumoral mediante activación del estrés del retículo endoplásmico	51, 52
Dolor y nocicepción	Semillas: aceite purificado, bixina y nanodispersión inyectable	Ratas (Wistar)	2	Dolor agudo (térmico, químico) e inflamación aguda	Potente sinergia con extractos ricos en cannabidiol en la reducción del dolor; reducción del edema de pata y de las contorsiones abdominales	53, 54
Estrés ambiental y nutricional	Semillas: polvo de semilla como suplemento dietético	Peces (carpín dorado), pollos (broiler)	2	Estrés por frío y estrés oxidativo nutricional	Mejora significativa de la pigmentación cutánea y del perfil lipídico tras la eclosión	55, 56
Salud articular	Hojas: fracción de acetato de etilo (BoEA) rica en ácido elágico	Ratas (Wistar)	1	Osteoartritis de rodilla inducida por MIA	Atenuación del daño articular, reducción de la alodinia mecánica y supresión de citocinas proinflamatorias (TNF-α)	57

ALT: alanina aminotransferasa; BoEA: fracción de acetato de etilo de *B. orellana*; CAT: catalasa; HbA1c: hemoglobina glucosilada; MIA: monoyodoacetato sódico; NRF2: factor nuclear eritroide 2 relacionado con el factor 2; PPARγ: receptor gamma activado por proliferadores de peroxisomas; PTZ: pentilenotetrazol; SOD: superóxido dismutasa; TNF-α: factor de necrosis tumoral alfa.

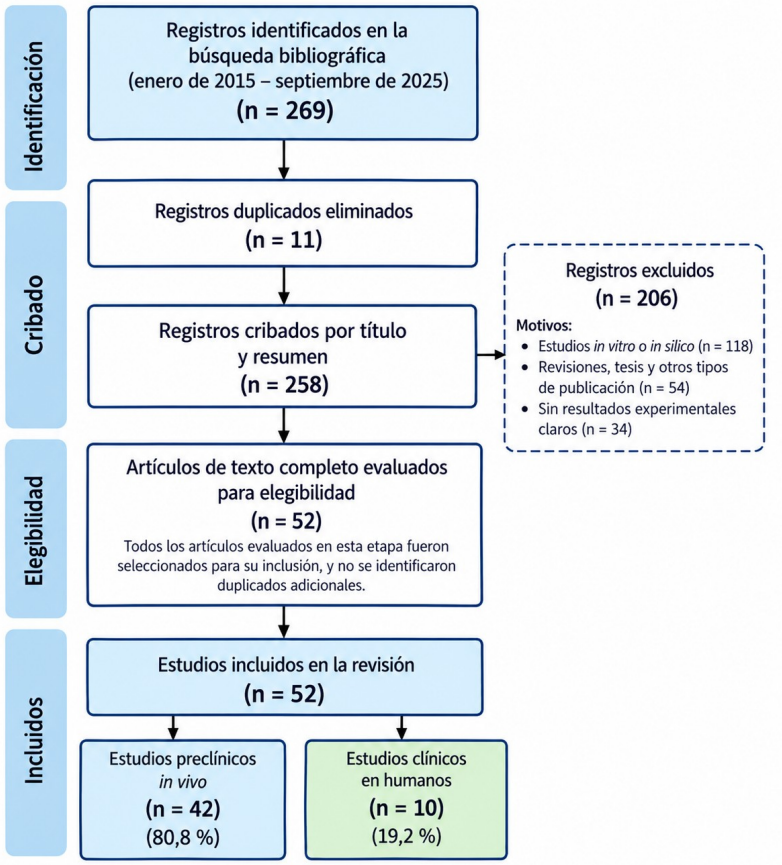


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios, adaptado de PRISMA 2020.

Tabla 2. Caracterización de los estudios clínicos en humanos sobre *Bixa orellana* según la categoría del problema de salud, el tipo de intervención y los principales hallazgos

Categoría	Problema específico de salud	Órgano de la planta y tipo de extracto	Tamaño de la muestra	N.º	Resultados / hallazgos clave	Ref.
Salud bucal	Halitosis en niños y jóvenes	Semillas: extracto en espray (20 %) y tinte de urucum	52 niños y 39 pacientes (protocolo)	2	Reducción significativa de los compuestos sulfurados volátiles y mantenimiento del efecto hasta 30 días mediante terapia fotodinámica	58, 59
	Caries dentales profundas	Semillas: extracto (20 %)	160 dientes (protocolo)	1	El extracto busca potenciar la acción antimicrobiana y reducir el riesgo de exposición pulpar en tratamientos mínimamente invasivos	60
Salud dermatológica	Cicatrización de heridas postoperatorias	Semillas: ungüento (extracto al 7 % en vaselina)	89 pacientes	1	Mejora significativa de la vascularización, la pigmentación y la flexibilidad de las cicatrices, que se asemejaron más a la piel sana	61
	Fotoprotección e irritación dérmica	Semillas: extracto oleoso en nanopartículas lipídicas	3 voluntarios sanos	1	Inocuidad en la piel humana; el aceite permitió reducir los filtros químicos manteniendo el factor de protección solar (FPS)	62

Categoría	Problema específico de salud	Órgano de la planta y tipo de extracto	Tamaño de la muestra	N.º	Resultados / hallazgos clave	Ref.
Salud metabólica y cardiovascular	Percepción de saciedad y control del peso	Semillas: polvo (bixina 1,2 mg/kg) en matriz de huevo	105 adultos sanos	1	Aumento clínicamente significativo de la percepción de saciedad y plenitud tras 8 semanas de consumo	63
	Oxidación de las LDL y estrés oxidativo	Semillas: polvo (bixina) y extracto alcalino (norbixina)	16 voluntarios sanos	1	La bixina redujo significativamente la oxidación de los lípidos de las LDL y los niveles de metabolitos del óxido nítrico (NOx)	64
Salud genitourinaria	Hiperplasia benigna de próstata (HBP)	Semillas: polvo fitoterapéutico (cápsulas Dprost al 10 %)	32 pacientes	1	El 87,5 % de los pacientes mostró buena respuesta clínica, con mejora de los síntomas urinarios y de la calidad de vida, sin efectos adversos	65
Enfermedades tropicales y fitoquímica	Leishmaniasis y análisis de metabolitos	Hojas y semillas: extractos etanólicos y mezclas hidroalcohólicas	30 entrevistas y 475 informes de uso	2	Presencia de terpenoides y flavonoides con actividad inhibitoria frente a amastigotes de *Leishmania* y efectos inmunomoduladores	66, 67

LDL: lipoproteínas de baja densidad; N.º: número de estudios.

Tabla 3. Caracterización de los estudios toxicológicos de *Bixa orellana*: tipo de ensayo, modelo experimental y principales hallazgos de seguridad

Categoría de ensayo toxicológico	Tipo de ensayo	Órgano vegetal / extracto o molécula	Modelo experimental / estudio clínico	Resultados / hallazgos clave	Ref.
Toxicidad sistémica y genotoxicidad	Toxicidad oral aguda, irritación dérmica, test de micronúcleos y ensayo del cometa	Hojas: extractos acuoso, salino e hidroetanólico	Ratones Swiss (machos y hembras)	Dosis de 2000 mg/kg seguras; sin signos de toxicidad, irritación dérmica ni daño genético	30
Toxicidad subcrónica y mutagenicidad	Estudio de 90 días, test de Ames y de micronúcleos *in vivo*	Semillas: aceite con ~80 % de geranilgeraniol (*trans*-GGOH)	Ratas Wistar y bacterias (*Salmonella* Typhimurium)	NOAEL de 725 mg/kg/día para efectos sistémicos; ausencia de potencial mutagénico	40
Toxicidad aguda en organismos acuáticos	Determinación de la DL_{50} y análisis histopatológico de órganos	Semillas: nanodispersión inyectable de aceite (NBO) rica en tocotrienoles	Pez cebra (*Danio rerio*)	DL_{50} de 830,6 mg/kg; dosis de 20-40 mg/kg seguras y antiinflamatorias	41
Toxicidad aguda y citotoxicidad	Toxicidad oral y letalidad en *Artemia salina*	Hojas: extractos metanólico y de *n*-hexano	Ratones Swiss y *Artemia salina*	DL_{50} > 4000 mg/kg; el extracto metanólico fue más tóxico para los nauplios (CL_{50}: 176,16 µg/mL)	32
Toxicidad local y orgánica	Compatibilidad intramuscular y marcadores bioquímicos	Semillas: nanodispersión de aceite (Chronic In®) con tocotrienoles	Ratas Wistar	Dosis i.m. de 1-5 mg/kg seguras; 10 mg/kg causó infiltración leucocitaria local sin daño sistémico	68
Toxicidad sistémica (letalidad)	Determinación de la DL_{50} intraperitoneal	Hojas: extracto etanólico y fracciones	Ratones Swiss albinos	DL_{50} i.p. de 1697,06 mg/kg; mortalidad a partir de 1400 mg/kg	44
Toxicidad predictiva *in silico*	Modelado computacional TOPKAT (carcinogenicidad y mutagenicidad)	Hojas: ácido elágico	Modelos computacionales (roedores)	Predicción de ausencia de potencial carcinogénico o mutagénico y baja toxicidad oral (DL_{50}: 0,428 g/kg)	29
Citotoxicidad *in vitro*	Ensayo de viabilidad celular (MTT)	Semillas: extracto oleoso	Células VERO (riñón de mono)	Diluciones ≤ 0,1 % mostraron toxicidad; 0,01 % fue la concentración segura para los estudios *in vivo*	48

Categoría de ensayo toxicológico	Tipo de ensayo	Órgano vegetal / extracto o molécula	Modelo experimental / estudio clínico	Resultados / hallazgos clave	Ref.
Seguridad bioquímica aguda	Evaluación de enzimas hepáticas (ALT) y marcadores de daño	Corteza: infusión acuosa	Ratones albinos	La dosis de 500 mg/kg no mostró diferencias significativas con el control, lo que sugiere seguridad	39
Citotoxicidad y apoptosis	Ensayo MTT y morfología por fluorescencia	Hojas: extracto metanólico	Células MCF-7 y EAC	Citotoxicidad del 44,09 % en MCF-7; fragmentación del ADN y condensación nuclear	52
Citotoxicidad oncológica	Ensayo de viabilidad CCK-8	Semillas: bixina pura	Líneas celulares Caco-2 y SW480	La bixina indujo estrés del retículo endoplásmico e inhibió el crecimiento de las células tumorales	51
Seguridad clínica en humanos	Ensayo cruzado aleatorizado (bioquímica sanguínea)	Semillas: bixina purificada (0,05 mg/kg)	16 voluntarios sanos	Sin alteraciones de urea, creatinina, AST ni ALT tras 7 días de suplementación	64
Inocuidad dérmica en humanos	Tomografía multifotónica (MPT-FLIM)	Semillas: nanopartículas con aceite de urucum	3 voluntarios sanos	Las formulaciones no indujeron respuestas tóxicas ni cambios en el estado redox de la piel	62

ALT: alanina aminotransferasa; AST: aspartato aminotransferasa; CL_{50}: concentración letal 50; DL_{50}: dosis letal 50; EAC: carcinoma ascítico de Ehrlich; GGOH: geranilgeraniol; i.m.: intramuscular; i.p.: intraperitoneal; MPT-FLIM: tomografía multifotónica con imagen de tiempo de vida de fluorescencia; NOAEL: nivel sin efecto adverso observado.

Tabla 4. Discrepancias en los hallazgos descritos según los parámetros evaluados

Parámetro	Hallazgo A	Hallazgo B
Triglicéridos	El tratamiento no produjo variaciones estadísticamente significativas de los triglicéridos (16)	Se registró una reducción marcada de los triglicéridos tras la suplementación (21)
AST	Mejora de la función hepática por disminución significativa de la AST (16)	Sin cambios estadísticamente significativos de la AST (17)
ALT	Reducción de la ALT tras un daño hepático previo (39)	Aumento significativo, únicamente, de la ALT plasmática tras el uso de productos derivados (34)
Hematología (eritrocitos)	El extracto de hoja aumentó significativamente el recuento de eritrocitos (44)	Una dosis intermedia no produjo diferencias significativas en el recuento de eritrocitos (45)

ALT: alanina aminotransferasa; AST: aspartato aminotransferasa.

4. DISCUSIÓN

Diversos autores han señalado que la mayor parte de la evidencia farmacológica disponible sobre *B. orellana* procede de estudios preclínicos, principalmente experimentos *in vitro* y modelos animales, mientras que los ensayos clínicos en humanos siguen siendo escasos (9, 14). Las Tablas 1 a 3 reflejan esta tendencia: las investigaciones clínicas son muchas menos que los estudios *in vivo* y representan solo el 19,2 % del total de estudios analizados.

En cuanto a los modelos animales, predominan las ratas (27 ensayos) y los ratones (20 ensayos), lo que concuerda con su amplio uso en la investigación biomédica por su similitud genética y fisiológica con el ser humano, su bajo costo de mantenimiento, su facilidad de manejo y su rápida reproducción. En tercer lugar se sitúan varias especies de peces (4 ensayos). Cabe señalar que algunas investigaciones emplearon más de un modelo animal, por lo que el número total de modelos contabilizados supera el de estudios preclínicos incluidos en la revisión. Una de las especies utilizadas es el pez cebra (*Danio rerio*), que se ha convertido en un modelo ampliamente empleado en farmacología y toxicología por su bajo costo, su rápida reproducción, su facilidad de mantenimiento y la posibilidad de realizar evaluaciones de toxicidad y cri-

bado de compuestos en un organismo vertebrado, lo que contribuye a reducir el uso de mamíferos en investigación de acuerdo con el principio de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento) (69, 70).

Según el análisis de los estudios preclínicos resumidos en la Tabla 1, la mayor parte de la investigación se dirige a los trastornos metabólicos y cardiovasculares, con 4 estudios sobre diabetes (diabetes mellitus y resistencia a la insulina) y 4 sobre salud cardiovascular (dislipidemia, hipertensión, obesidad y aterosclerosis). Ello se explica por su alta prevalencia y su peso en la carga mundial de enfermedad. La diabetes, la obesidad, la dislipidemia y la hipertensión son importantes factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y de otras complicaciones crónicas, que generan una gran carga económica para los sistemas de salud y para la economía mundial, con costos estimados en alrededor de 863 000 millones de dólares anuales y proyecciones que superan el billón de dólares para 2030 (71).

Además de su carga económica, las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo: producen alrededor del 26,8 % de las defunciones, cerca de 19,4 millones de fallecimientos anuales (72). Este impacto sanitario y económico explica el creciente interés científico por comprender los mecanismos fisiopatológicos de los trastornos cardiometabólicos y por desarrollar nuevas estrategias terapéuticas para su prevención y tratamiento, en las que los metabolitos vegetales, como los de *B. orellana*, despiertan gran interés (73).

Les siguen en número de publicaciones los trabajos dirigidos a encontrar moléculas para tratar infecciones bacterianas y parasitarias, con un total de 5 artículos. Ello responde al creciente problema de la resistencia a los antimicrobianos, una de las principales amenazas para la salud pública mundial, que se asoció a aproximadamente 4,95 millones de muertes en 2019. Además, el desarrollo de nuevos fármacos antiinfecciosos ha sido limitado en las últimas décadas, especialmente en el caso de los antiparasitarios, lo que ha impulsado la búsqueda de nuevas moléculas de origen natural (74-76).

A continuación, con 4 artículos cada una, se sitúan las categorías de salud ósea, neuroprotección y comportamiento, hepatoprotección y toxicología, e inmunomodulación y hematología. La relevancia de la salud ósea obedece a la elevada carga mundial de enfermedades como la osteoporosis, que se asocian a un aumento significativo de la discapacidad, las fracturas y la mortalidad, lo que ha impulsado la investigación orientada a comprender sus mecanismos y sus posibles estrategias terapéuticas (77).

Los ensayos de neuroprotección y comportamiento son valiosos si se considera que las enfermedades neurológicas y los trastornos del comportamiento constituyen un importante problema de salud pública por su elevada carga de enfermedad, discapacidad y costos económicos. Se estima que los trastornos neurológicos afectan a más de 3000 millones de personas y son una de las principales causas de años de vida ajustados por discapacidad en el mundo, al igual que los trastornos mentales como la depresión y la ansiedad (78, 79).

Los estudios de hepatoprotección y toxicología son esenciales por el papel central del hígado en el metabolismo y la detoxificación de los xenobióticos (fármacos y toxinas). Además, las enfermedades hepáticas afectan a más de 1500 millones de personas en el mundo, y la hepatotoxicidad inducida por fármacos es una de las principales causas de fracaso en el desarrollo de medicamentos. Por ello, estos estudios son fundamentales para identificar compuestos capaces de prevenir o reducir el daño hepático y para evaluar la seguridad de nuevas moléculas con potencial terapéutico (80).

En cuanto a la inmunomodulación y la hematología, los estudios que muestran una reducción del reclutamiento leucocitario, una disminución de la agregación plaquetaria y una modulación de la respuesta inflamatoria son relevantes, porque estos procesos están estrechamente vinculados a los mecanismos de tromboinflamación implicados en las enfermedades cardiovasculares, lo que hace necesario identificar compuestos con potencial antiinflamatorio y antiagregante. La Tabla 1 recoge además el uso de peces como herramienta para estudiar la migración leucocitaria y la modulación de la inflamación *in vivo*, lo que permite evaluar de manera eficiente el potencial farmacológico de nuevos compuestos bioactivos (71, 81, 82).

Por el contrario, áreas como la salud gastrointestinal, la dermatología, la oncología, el dolor o la salud articular cuentan con menos estudios, lo que puede explicarse por la priorización histórica de la investigación sobre los trastornos cardiometabólicos y los procesos inflamatorios, que suponen una mayor carga mundial de enfermedad. Además, algunas de estas aplicaciones representan líneas de investigación más recientes o requieren modelos experimentales más complejos, lo que ha limitado el número de estudios disponibles sobre *B. orellana* (9, 83).

La Tabla 1 muestra también un claro predominio del uso de las semillas (19 estudios), asociadas principalmente a efectos metabólicos, cardiovasculares e inflamatorios. Los estudios que combinan hojas y semillas (15 estudios) se orientan a aplicaciones más complejas, como las infecciones, la neuroprotección y la inmunomodulación. En menor medida, las hojas (4 estudios) se emplean en el sistema gastrointestinal y en procesos inflamatorios localizados, mientras que la corteza, las hojas y las raíces (4 estudios) se centran en la hepatoprotección. Ello concuerda con la literatura, que identifica las semillas como la principal fuente de compuestos bioactivos de esta planta (10, 84).

La Tabla 2 resume los estudios clínicos identificados. A diferencia de los estudios preclínicos en modelos animales, que han explorado diversas aplicaciones terapéuticas de *B. orellana* (efectos cardiometabólicos, antiinfecciosos, neuroprotectores, gastrointestinales, dermatológicos y oncológicos, entre otros), la evidencia clínica en humanos es todavía limitada. Los estudios disponibles se concentran principalmente en la salud bucal, dermatológica y metabólica, además de un ensayo sobre hiperplasia benigna de próstata y un estudio etnobotánico relacionado con infecciones. Ello refleja que la investigación sobre *B. orellana* se encuentra aún en una fase predominantemente preclínica, en la que los modelos experimentales permiten explorar los mecanismos de acción y los perfiles de seguridad antes de su validación en ensayos clínicos (70, 85).

En concordancia con los estudios *in vivo*, las semillas siguen siendo el órgano más utilizado en los estudios clínicos, aunque con aplicaciones más específicas, como la salud bucal, dermatológica y metabólica. En cambio, el uso de las hojas y de otros órganos vegetales, ampliamente explorado en modelos preclínicos, tiene una presencia limitada en humanos. Ello pone de manifiesto una brecha entre la investigación experimental y su aplicación clínica, pese a la coherencia en la relevancia de las semillas como principal fuente bioactiva (10, 84).

En cuanto a los estudios toxicológicos (Tabla 3), predomina la evidencia en modelos animales (ratones, ratas y pez cebra), mientras que los estudios en humanos son escasos y se limitan a evaluaciones de seguridad. Ello indica que la caracterización toxicológica de *B. orellana* se encuentra aún en una fase principalmente preclínica, aunque con algunos avances hacia su validación clínica. Los ensayos incluyen toxicidad aguda y subcró-

nica, genotoxicidad, mutagenicidad y citotoxicidad, y muestran en general una baja toxicidad a dosis elevadas y márgenes de seguridad definidos (NOAEL = 725 mg/kg/día). Además, pruebas como las de micronúcleos, del cometa y de Ames no evidencian daño genético, lo que respalda su perfil de seguridad (40, 86).

Por otra parte, los ensayos de toxicidad local y de dependencia de la dosis indican que, aunque muchas formulaciones presentan un perfil de seguridad favorable a concentraciones bajas o moderadas, pueden producirse efectos adversos a dosis más elevadas o según la vía de administración, como la infiltración leucocitaria tras la administración intramuscular. Los estudios de citotoxicidad *in vitro* muestran un comportamiento dependiente de la concentración, con toxicidad a dosis elevadas en células normales, pero también efectos selectivos sobre células tumorales, lo que sugiere un posible potencial terapéutico que requiere investigaciones adicionales. Asimismo, los análisis *in silico* sugieren una baja probabilidad de carcinogenicidad o mutagenicidad de determinados compuestos, aunque estos resultados requieren validación experimental. Finalmente, los estudios clínicos en humanos, aunque escasos, no describen alteraciones bioquímicas y sí una buena tolerabilidad dérmica, resultados que concuerdan con algunos hallazgos preclínicos y con estudios clínicos anteriores (87, 88).

Como complemento de la evidencia toxicológica, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) evaluó la seguridad de los extractos de *B. orellana* utilizados como aditivos alimentarios (E 160b) y estableció ingestas diarias admisibles de 6 mg/kg de peso corporal al día para la bixina y de 0,3 mg/kg de peso corporal al día para la norbixina. Las estimaciones de exposición alimentaria se mantuvieron en general por debajo de estos límites, aunque se identificaron posibles superaciones de la ingesta diaria admisible de norbixina en determinados escenarios de consumo elevado en la población infantil. Si bien la evaluación no identificó preocupaciones relevantes de carcinogenicidad o de toxicidad para la reproducción, los resultados equívocos de genotoxicidad del extracto Annatto E impidieron establecer conclusiones definitivas sobre su seguridad. Asimismo, se han documentado reacciones alérgicas poco frecuentes asociadas al consumo de achiote, como urticaria, angioedema y anafilaxia, posiblemente relacionadas con proteínas residuales de las semillas. Por otra parte, los efectos experimentales de la bixina sobre determinadas isoenzimas del citocromo P450 y la actividad hipoglucemiante de la norbixina sugieren posibles interacciones farmacológicas, aunque su relevancia clínica no se ha establecido. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la composición de los extractos, las dosis y las condiciones de exposición al evaluar la seguridad de esta especie (89).

La Tabla 4 resume las discrepancias observadas entre los estudios analizados. Se aprecia una alta variabilidad de los resultados, característica de los estudios con productos naturales. Las diferencias entre hallazgos no indican necesariamente inconsistencias, sino que reflejan la heterogeneidad de factores experimentales como el tipo de extracto, el órgano vegetal utilizado, la dosis, el modelo biológico, el estado fisiológico de los sujetos y las condiciones de cultivo de las plantas de las que se obtuvieron los extractos (13, 90). Por ejemplo, en cuanto a los niveles de triglicéridos, Rashid y colaboradores (16) no encontraron diferencias significativas, mientras que da Silva y colaboradores (21) sí describieron cambios. Estas discrepancias podrían relacionarse con las diferencias metodológicas entre ambos estudios, en particular con el modelo experimental. Da Silva y colaboradores emplearon ratas Wistar sometidas a una dieta hipercalórica para inducir dislipidemia y es-

teatosis hepática, y evaluaron los efectos de la bixina administrada con la alimentación durante 25 días. En cambio, Rashid y colaboradores utilizaron ratas Swiss albinas con hepatotoxicidad inducida por tetracloruro de carbono y administraron un extracto etanólico de frutos de *Bixa orellana* durante 42 días. Por tanto, las diferencias en el origen del daño hepático, la composición de las preparaciones evaluadas, las dosis y la duración del tratamiento podrían contribuir a explicar la variabilidad de los resultados (16, 21).

En el caso de la AST, Rashid y colaboradores (16) observaron una disminución de la enzima, indicativa de una mejora de la función hepática, mientras que Bhat y colaboradores (17) no encontraron diferencias significativas; al igual que en el caso anterior, se ensayaron extractos distintos: el primer grupo, bixina y norbixina, y el segundo, un extracto acuoso de hojas. Por tanto, las discrepancias observadas no se limitan a parámetros concretos, sino que reflejan una heterogeneidad general de los diseños experimentales. Factores como el tipo de extracto, el órgano vegetal, la dosis, el modelo animal y las condiciones experimentales influyen significativamente en los resultados descritos.

Finalmente, al comparar los hallazgos experimentales con los usos tradicionales, se observa que varios de los efectos farmacológicos descritos en los estudios preclínicos respaldan directamente las aplicaciones etnobotánicas de *Bixa orellana*, en particular en el tratamiento de infecciones, inflamación, trastornos digestivos, afecciones cutáneas y procesos de cicatrización. En este sentido, los estudios en modelos animales demuestran actividad antimicrobiana frente a bacterias y parásitos, así como efectos antiinflamatorios, hepatoprotectores y cicatrizantes, lo que coincide con su uso tradicional en infecciones cutáneas, enfermedades hepáticas y heridas (2, 5, 7, 8, 14).

Por su parte, la evidencia clínica, aunque todavía limitada, también respalda parcialmente estos usos, especialmente en los ámbitos dermatológico, bucal y metabólico, con efectos beneficiosos sobre la cicatrización, el control microbiano y el estrés oxidativo (Tabla 2). No obstante, otras aplicaciones etnobotánicas, como su uso en enfermedades respiratorias o venéreas o como antídoto, carecen aún de validación experimental suficiente, lo que pone de relieve la necesidad de ampliar los estudios clínicos para confirmar estos efectos y consolidar su uso terapéutico basado en la evidencia.

Aunque se realizó una búsqueda bibliográfica estructurada, esta revisión narrativa presenta algunas limitaciones metodológicas que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la búsqueda se restringió a Google Scholar, EBSCOhost y PubMed, lo que pudo excluir estudios relevantes de otras fuentes. Asimismo, el uso de términos de búsqueda únicamente en inglés y en español pudo limitar la identificación de investigaciones publicadas en otras lenguas. También existe un posible sesgo de publicación, dado que los estudios con resultados positivos tienden a publicarse con mayor frecuencia. Por último, la exclusión de los estudios *in vitro* e *in silico*, aunque intencionada para delimitar el alcance, impide una comprensión más completa de los mecanismos de acción de *Bixa orellana*.

Esta revisión permite identificar importantes vacíos en la investigación sobre el uso biomédico de esta planta, como la escasez de ensayos clínicos, la falta de estandarización de los extractos y la escasa caracterización farmacocinética de los compuestos activos. Aunque los estudios toxicológicos sugieren un perfil de seguridad favorable, siguen siendo necesarios estudios a largo plazo y en poblaciones específicas. En conjunto, estos aspectos evidencian una brecha entre la evidencia preclínica y su aplicación clínica, y ponen de

relieve la necesidad de investigaciones más estandarizadas y traslacionales.

5. CONCLUSIONES

La evidencia científica disponible indica que *Bixa orellana* posee un amplio potencial farmacológico, respaldado principalmente por estudios preclínicos en modelos *in vivo* que muestran efectos relevantes de tipo cardiometabólico, antiinfeccioso, neuroprotector, hepatoprotector, inmunomodulador y dermatológico. Estos hallazgos son coherentes con sus usos tradicionales y se atribuyen principalmente a la presencia de compuestos bioactivos como la bixina y la norbixina.

Sin embargo, la evidencia clínica en humanos es todavía limitada y se concentra en áreas concretas, lo que pone de manifiesto la necesidad de ampliar los ensayos clínicos para validar su eficacia terapéutica y establecer recomendaciones basadas en la evidencia. Asimismo, los estudios toxicológicos disponibles sugieren un perfil de seguridad favorable a dosis moderadas, aunque se han identificado posibles efectos adversos dependientes de la dosis y de la vía de administración.

Se observan además discrepancias entre estudios, atribuibles a la variabilidad de los extractos utilizados, las dosis, los modelos experimentales y las condiciones metodológicas, lo que subraya la importancia de estandarizar los protocolos de investigación.

En conjunto, *Bixa orellana* representa una fuente prometedora para el desarrollo de fitoterapéuticos; no obstante, se requieren más estudios clínicos, así como una mejor caracterización farmacocinética y toxicológica, para garantizar su uso seguro y eficaz en humanos.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Investigación e Innovación de la Universidad Internacional de las Américas, por su apoyo y colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

7. REFERENCIAS

1. Morales JF, González Arce LA. Bixaceae. En: Hammel BE, Grayum MH, Herrera C, Zamora N, editores. Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. IV, parte 2. Monogr Syst Bot Missouri Bot Gard. 2020;138:116-120.
2. Paniagua-Zambrana NY, Bussmann RW, Romero C. *Bixa orellana* L. Bixaceae. En: Paniagua-Zambrana N, Bussmann R, editores. Ethnobotany of the Andes. Ethnobotany of Mountain Regions. Cham: Springer; 2020. doi:10.1007/978-3-319-77093-2_39-1.
3. Grenand P, Moretti C, Jacquemin H, Prévost MF, editores. Pharmacopées traditionnelles en Guyane: créoles, wayãpi, palikur. Paris: IRD Éditions; 2018.
4. Martínez M. Las plantas medicinales de México. 2.ª ed. Sociedad Herbolaria de América; 2023.
5. Rodríguez-Navas H. La utilidad de las plantas medicinales en Costa Rica. 2.ª ed. Heredia: EUNA; 2017.
6. Moreira PA, Lins J, Dequigiovanni G, Veasey EA, Clement CR. The domestication of annatto (*Bixa orellana*) from *Bixa urucurana* in Amazonia. Econ Bot. 2015;69(2):127-135. doi:10.1007/s12231-015-9304-0.
7. Cáceres A. Vademécum nacional de plantas medicinales. Guatemala: Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2009.
8. Germosén-Robineau L. Farmacopea vegetal caribeña. 3.ª ed. Mérida (Yucatán): Centro de Investigación Científica de Yucatán; 2014.
9. Molina-Romani SP, Bonilla-Rivera PE, de Albuquerque RDDG. A review of *Bixa orellana* L. (annatto) leaves as medicinal resource: use in the population as complementary medicine, phytotherapeutic action and quality parameters. Nat Resour Hum Health. 2023;3(2):277-285. doi:10.53365/nrfhh/161027.
10. Ashraf A, Ijaz MU, Muzammil S, Nazir MM, Zafar S, Zihad SNK, et al. The role of bixin as antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, and skin protecting natural product extracted from *Bixa orellana* L. Fitoterapia. 2023;169:105612. doi:10.1016/j.fitote.2023.105612.
11. Pillai S, Soni S, Dhulap S, Hirwani RR. Pharmacological and cosmeceutical applications of *Bixa*

orellana L.: a review of the scientific and patent literature. Indian J Nat Prod Resour. 2018;9(4):281-289. doi:10.56042/ijnpr.v9i4.12972.

12. Oliveira IVPM, Deps PD, Antunes JMAP. Armadillos and leprosy: from infection to biological model. Rev Inst Med Trop São Paulo. 2019;61:e44. doi:10.1590/S1678-9946201961044.
13. Purushothaman T, Irfanamol K. Ethnobotany, phytochemistry, and pharmacological efficacy of *Bixa orellana*: a review. Shanlax Int J Arts Sci Humanit. 2021;9(2):162-169. doi:10.34293/sijash.v9i2.4131.
14. Karri SP, Jyothsna M, Sri PG. Healing potential and therapeutic insights of *Bixa orellana*: a holistic review. J Appl Pharm Sci Res. 2025;8(2):1-13. doi:10.31069/japsr.v8i2.01.
15. Valencia D, Aguilar-González DI, Ortega-García J, Godoy-Hernández G, Leyva-Peralta MA, Moo-Huchín VM, et al. Phytochemical profile, antioxidant and antiproliferative activity from leaves and seeds of *Bixa orellana* L. from the Yucatán Peninsula, Mexico. Pharmacogn Mag. 2023;19(2):482-490. doi:10.1177/09731296231158492.
16. Rashid SB, Oyshi SA, Jannat B, et al. Hepatoprotective activity of *Bixa orellana* plant extract against hepatotoxicity in rodent. J Complement Altern Med Res. 2024;25(10):24-31. doi:10.9734/jocamr/2024/v25i10576.
17. Bhat VR, Chianeh YR, Udupa P, Anushree U, Sheikh S. Hepatoprotective and renoprotective potentials of the aqueous extract of *Bixa orellana* on streptozotocin induced diabetic rats. Biochem Pharmacol Open Access. 2018;7(3):255. doi:10.4172/2167-0501.1000255.
18. Caligiorne SM, et al. Bixin and annatto seeds extract reduces blood pressure of rats treated with hypercholesterolemic diet. Rev Port Cien Desp. 2017;17(S3A). doi:10.5628/rpcd.17.S3A.78.
19. Faimann Sales P, Lopes do Nascimento A, Pinheiro FC, et al. Effect of the association of fixed oils from *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, *Euterpe oleracea* Martius, *Bixa orellana* Linné and Chronic SM® on atherogenic dyslipidemia in Wistar rats. Molecules. 2023;28(18):6689. doi:10.3390/molecules28186689.
20. Somacal S, Figueiredo CG, Quatrin A, et al. Norbixin, a natural dye that improves serum lipid profile in rabbits and prevents LDL oxidation. Food Res Int. 2022;159:111522. doi:10.1016/j.foodres.2022.111522.
21. da Silva PF, Haidamus LL, de Carvalho WL. Avaliação do perfil lipídico e hepático de ratos Wistar alimentados com dieta hipercalórica e suplementados com bixina. Colloq Vitae. 2018;10(2):13-23. doi:10.5747/cv.2018.v10.n2.v227.
22. Keita H, dos Santos CBR, Ramos MM, et al. Assessment of the hypoglycemic effect of bixin in alloxan-induced diabetic rats: *in vivo* and *in silico* studies. J Biomol Struct Dyn. 2020. doi:10.1080/07391102.2020.1724567.
23. Pinheiro CG, Motta BP, Oliveira JO, et al. Bixin combined with metformin ameliorates insulin resistance and antioxidant defenses in obese mice. Pharmaceuticals (Basel). 2024;17(1):111. doi:10.3390/ph17010111.
24. Rohini A, Agrawal N, Kumar H, Nath V, Kumar V. Norbixin, an apocarotenoid derivative activates PPARγ in cardiometabolic syndrome: validation by *in silico* and *in vivo* experimental assessment. Life Sci. 2018;209:164-180. doi:10.1016/j.lfs.2018.08.001.
25. Gasparin AT, Rosa ES, Jesus CHA, et al. Bixin attenuates mechanical allodynia, anxious and depressive-like behaviors associated with experimental diabetes counteracting oxidative stress and glycated hemoglobin. Brain Res. 2021;1767:147557. doi:10.1016/j.brainres.2021.147557.
26. Andrade JIA, Jerônimo GT, Brasil EM, et al. Efficacy of seed extract of *Bixa orellana* against monogenean gill parasites and physiological aspects of *Colossoma macropomum* after bath treatment. Aquaculture. 2016;462:40-46. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.04.033.
27. Fredrick AC, Chinasa EC, Ebube EC, Victor ON. Pharmacognostic study and antimalarial activity of the methanol extract and fractions of *Bixa orellana* L. (family Bixaceae) leaves on albino mice. Int J Pharmacogn. 2018;5(8):500-508. doi:10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.5(8).500-08.
28. Andrade JIA, Jerônimo GT, Nunez CV, Dos Santos RB, Araújo JKO, Ruiz ML, et al. Hematology and biochemistry of *Colossoma macropomum* co-infected with *Aeromonas hydrophila* and monogenean *Anacanthorus spathulatus* after treatment with seed extract of *Bixa orellana*. Aquaculture. 2018;495:452-457. doi:10.1016/j.aquaculture.2018.06.026.
29. Moraes-Neto RN, Coutinho GG, Ataíde ACS, et al. Ethyl acetate fraction of *Bixa orellana* and its constituent ellagic acid decrease the inflammatory response to *Mycobacterium abscessus*. Anti-

biotics (Basel). 2022;11(2):265. doi:10.3390/antibiotics11020265.

30. Amorim E, et al. Antioxidant and antileishmanial activities, and evaluation of acute oral toxicity and genotoxicity of *Bixa orellana* L. leaf extracts. Proc Natl Acad Sci India Sect B Biol Sci. 2024. doi:10.1007/s40011-024-01636-x.
31. Potraj B, Sayed MA, Narasimha S, et al. Deciphering the role of bixin isolated from *Bixa orellana* L. in epileptic and psychotic experimental models in rodents. Manipal J Pharm Sci. 2019;5(2):16-24. Disponible en: https://impressions.manipal.edu/mjps/vol5/iss2/3
32. Kumar Sarkar K, Mitra T, Aktaruzzaman M, et al. Exploring antioxidative, cytotoxic and neuropharmacological insights into *Bixa orellana* leaves: experimental and *in silico* approaches. Heliyon. 2024;10:e27001. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e27001.
33. Mansoor Ahamed S, et al. Neuroprotective effect of bixin isolated from *Bixa orellana* Linn. on monosodium glutamate induced neurotoxicity in rats. NeuroQuantology. 2024;22(1):108-123. doi:10.48047/nq.2024.22.1.NQ24012.
34. Lopes do Nascimento A, Furtado GDC, Vilhena VM, et al. Osteoprotective effect of the phytonutraceutical Ormona® on ovariectomy-induced osteoporosis in Wistar rats. Nutraceuticals. 2024;4(2). doi:10.3390/nutraceuticals4020010.
35. Pereira ACM, de Oliveira Carvalho H, Gonçalves DES, et al. Co-treatment of purified annatto oil (*Bixa orellana* L.) and its granules (Chronic®) improves the blood lipid profile and bone protective effects of testosterone in the orchiectomy-induced osteoporosis in Wistar rats. Molecules. 2021;26(16):4720. doi:10.3390/molecules26164720.
36. Mohamad NV, Soelaiman IN, Chin KY. Effect of tocotrienol from *Bixa orellana* (annatto) on bone microstructure and mechanical strength in a model of male osteoporosis. Drug Des Devel Ther. 2018;12:555-564. doi:10.2147/DDDT.S158410.
37. Mohamad NV, Soelaiman IN, Chin KY. Effects of tocotrienol from *Bixa orellana* (annatto) on bone histomorphometry in a male osteoporosis model induced by buserelin. Biomed Pharmacother. 2018;103:453-462. doi:10.1016/j.biopha.2018.04.083.
38. Shen CL, Wankhade UD, Shankar K, Najjar RS, Feresin RG, Elmassry MM, et al. Effects of statin and annatto-extracted tocotrienol supplementation on glucose homeostasis, bone microstructure, and gut microbiota composition in obese mice. In Vivo. 2024;38(4):1557-1570. doi:10.21873/invivo.13606.
39. Gatsou Djibersou D, Rosnay Tietcheu Galani B, Dieudonne Djamen Chuisseu P, Yanou Njintang N. Anti-oxidant and anti-inflammatory potential of aqueous extracts of leaves, barks and roots of *Bixa orellana* L. (Bixaceae) on acetaminophen-induced liver damage in mice. Avicenna J Phytomed. 2020;10(4):428-439. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7430966/
40. Preece K, Glávits R, Foster JR, Murbach T, Endres JR, Hirka G, et al. A toxicological evaluation of geranylgeraniol. Regul Toxicol Pharmacol. 2021;124:104975. doi:10.1016/j.yrtph.2021.104975.
41. Gomes LP, Colares NND, de Oliveira Carvalho H, et al. Acute toxicity study and anti-inflammatory effect of injectable nanodispersion of *Bixa orellana* L. (Chronic In®) in *Danio rerio* (zebrafish). Preprints.org [preprint]. 2025. doi:10.20944/preprints202504.0092.v1.
42. Hussain Mirza FH, Thimmegowda SC. Assessment of the bioavailability of a natural supplement (Storg-HIMmax) against cyclophosphamide-induced immunosuppression models and its effect on *in vivo* immunomodulation and *in vitro* antioxidant capacity. J Med Plants Res. 2024;18(6):85-94. doi:10.5897/JMPR2024.7338.
43. Zuo Z, Wang L, Wang S, et al. Radioprotective effectiveness of a novel delta tocotrienol prodrug on mouse hematopoietic system. Eur J Med Chem. 2024;269:116346. doi:10.1016/j.ejmech.2024.116346.
44. Obiwulu EN, Esenowo EN. Effects of ethanol leaf extract and fractions of *Bixa orellana* L. on haematological profile in albino rats. J Nat Sci Res. 2016;6(15). Disponible en: https://www.academia.edu/download/50430762/631.pdf
45. Fokam Tagne MA, Akaou H, Noubissi PA, et al. Effect of the hydroethanolic extract of *Bixa orellana* Linn (Bixaceae) leaves on castor oil-induced diarrhea in Swiss albino mice. Gastroenterol Res Pract. 2019;2019:6963548. doi:10.1155/2019/6963548.
46. Fokam Tagne MA, Kom B, Fondjo AF, et al. Evaluation of anticolitis and antioxidant properties of *Bixa orellana* (Bixaceae) leaf hydroethanolic extract on acetic acid-induced ulcerative colitis in rats. Curr Ther Res Clin Exp. 2022;97:100685. doi:10.1016/j.curtheres.2022.100685.

47. Kim HB, Kim H, Oh SH, et al. Bixin alleviates radiation-induced intestinal damage via inflammation regulation and barrier recovery. Int J Radiat Biol. 2025;101(7):720-729. doi:10.1080/09553002.2025.2505523.
48. Capella SO, Tillmann MT, Félix AOC, et al. Healing potential of *Bixa orellana* L. in cutaneous wounds: a study in an experimental model. Arq Bras Med Vet Zootec. 2016;68(1):104-112. doi:10.1590/1678-4162-8374.
49. Rojo de la Vega M, Zhang DD, Wondrak GT. Topical bixin confers NRF2-dependent protection against photodamage and hair graying in mouse skin. Front Pharmacol. 2018;9:287. doi:10.3389/fphar.2018.00287.
50. Patil SS, Khulbe P, Nitalikar MM, et al. Development of topical silver nano gel formulation of bixin. Saudi Pharm J. 2024;32:102125. doi:10.1016/j.jsps.2024.102125.
51. Qiu Z, Yu Z, Xu T, et al. Bixin prevents colorectal cancer development through AMPK-activated endoplasmic reticulum stress. Biomed Res Int. 2022;2022:9329151. doi:10.1155/2022/9329151.
52. Haque MU, Alam AHKM, Shovon MTI, et al. Unveiling the apoptotic potential of *Bixa orellana* L. leaf extract against Ehrlich ascites carcinoma: *in vitro*, *in vivo*, and *in silico* investigations. Heliyon. 2024;10:e38885. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e38885.
53. Santos AM, Carvalho HO, Gonçalves DES, Gomes LP, Colares NND, Santos AVTLT, et al. Synergistic pain-reducing effects of *Bixa orellana* (Chronic® and Chronic In®) and cannabidiol-rich *Cannabis sativa* extracts in experimental pain models. Pharmaceuticals (Basel). 2024;17(12):1710. doi:10.3390/ph17121710.
54. Pranto TI, Khastagir S, Ullah MR, Uddin MN, Baroi JA, Tanni RN, et al. An investigation of analgesic and anti-inflammatory activity of *Bixa orellana* Linn. leaves. Asian J Adv Res Rep. 2025;19(5):160-169. doi:10.9734/ajarr/2025/v19i51008.
55. Dorce LS, do Couto MVS, da Silva WV, et al. Mitigation of cold stress in goldfish (*Carassius auratus*) by dietary supplementation with annatto (*Bixa orellana* L.). Aquac Int. 2025;33:100. doi:10.1007/s10499-024-01596-w.
56. Al-Saeedi MKI, Noor AS, Al-Jebory HH. Effect of *in ovo* injection of annatto seed extract on hatched chicks' quality and physical traits of broiler chicks (Ross 308). Int J Biosci Biochem. 2025;7(1):1-4. doi:10.33545/26646536.2025.v7.i1a.89.
57. Macedo-Santiago LÂ, de Sousa Cartágenes MDS, Carvalho RC, de Sousa EM. *Bixa orellana* ethyl acetate fraction and its main constituent ellagic acid attenuate MIA-induced osteoarthritis in rat knees. Biomed Pharmacother. 2023;168:115644. doi:10.1016/j.biopha.2023.115644.
58. Hermida Bruno L, Mandetta ARH, Sobral APT, et al. Assessment of photodynamic therapy with annatto and LED for the treatment of halitosis in mouth-breathing children: randomized controlled clinical trial. PLoS One. 2024;19(9):e0307957. doi:10.1371/journal.pone.0307957.
59. Gonçalves MLL, da Mota ACC, Deana AM, et al. Photodynamic therapy with *Bixa orellana* extract and LED for the reduction of halitosis: study protocol for a randomized, microbiological and clinical trial. Trials. 2018;19:590. doi:10.1186/s13063-018-2913-z.
60. Barbosa Martins LF, Sena LR, Paula DM, Feitosa VP, Horliana ACRT, Fernandes KPS, et al. Antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct for management of deep caries lesions: study protocol for a randomized, controlled clinical trial. Research Square [preprint]. 2022. doi:10.21203/rs.3.rs-1808429/v1.
61. Chew JT, Xu JJ, Goff TAJ, Fogarty KA, Symes MJ, Sivakumar BS, et al. Topical *Bixa orellana* for postoperative wound healing: a prospective randomized controlled trial. Foot Ankle Orthop. 2025;10(2):1-8. doi:10.1177/24730114251345821.
62. Andréo-Filho N, Bim AVK, Kaneko TM, Kitice NA, Haridass IN, Abd E, et al. Development and evaluation of lipid nanoparticles containing natural botanical oil for sun protection: characterization and *in vitro* and *in vivo* human skin permeation and toxicity. Skin Pharmacol Physiol. 2018;31(1):1-9. doi:10.1159/000481691.
63. Galvis-Pérez Y, Pineda K, Zapata J, Aristizabal J, Estrada A, Fernández ML, et al. Annatto-enriched egg improves the perception of satiety in healthy adults—randomized clinical trial: EGGANT study. Foods. 2024;13(5):731. doi:10.3390/foods13050731.
64. Conte L, Somacal S, Nichelle SM, Rampelotto C, Robalo SS, Roehrs M, et al. Short-term bixin supplementation of healthy subjects decreases the susceptibility of LDL to Cu^{2+}-induced oxidation *ex vivo*. J Nutr Metab. 2019;2019:9407069. doi:10.1155/2019/9407069.
65. Cervantes Palomino AB, Iglesia Peña JL, Filio Rojas AR, Velázquez Ávila Y, Tirabasso Bier C. Tratamiento de la hiperplasia benigna de próstata con

suplemento nutricional Dprost. Rev Salud Desarro. 2024;8(2):e707. doi:10.55717/EKUL7454.

66. Álvarez-Salas LM, Bonilla-Restrepo K, Trujillo-Vargas L. Preliminary screening of secondary metabolites from five medicinal food plants from Caribbean Darien. Trop Subtrop Agroecosyst. 2025;28(104):1-15. doi:10.56369/tsaes.5806.
67. Houël E, Ginouves M, Azas N, et al. Treating leishmaniasis in Amazonia, part 2: multi-target evaluation of widely used plants to understand medicinal practices. J Ethnopharmacol. 2022. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874122000885
68. Oliveira Carvalho H, et al. Intramuscular compatibility of an injectable anti-inflammatory nanodispersion from a standardized *Bixa orellana* oil (Chronic®): a toxicological study in Wistar rats. Inflammopharmacology. 2023. doi:10.1007/s10787-023-01162-8.
69. Domínguez-Oliva A, Hernández-Ávalos I, Martínez-Burnes J, Olmos-Hernández A, Verduzco-Mendoza A, Mota-Rojas D. The importance of animal models in biomedical research: current insights and applications. Animals (Basel). 2023;13(7):1223. doi:10.3390/ani13071223.
70. MacRae CA, Peterson RT. Zebrafish as a mainstream model for *in vivo* systems pharmacology and toxicology. Annu Rev Pharmacol Toxicol. 2023;63(1):43-64. doi:10.1146/annurev-pharmtox-051421-105617.
71. Kazi DS, Elkind MS, Deutsch A, Dowd WN, Heidenreich P, Khavjou O, et al. Forecasting the economic burden of cardiovascular disease and stroke in the United States through 2050: a presidential advisory from the American Heart Association. Circulation. 2024;150(4):e89-e101. doi:10.1161/CIR.0000000000001258.
72. Wei Tan SCW, Zheng BB, Tang ML, Chu H, Zhao YT, Weng C. Global burden of cardiovascular diseases and its risk factors, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. QJM. 2025;118(6):411-422. doi:10.1093/qjmed/hcaf022.
73. Schmallenbach L, Bley M, Bärnighausen TW, Sugimoto CR, Lerchenmüller C, Lerchenmueller MJ. Global distribution of research efforts, disease burden, and impact of US public funding withdrawal. Nat Med. 2025;31(9):3101-3109. doi:10.1038/s41591-025-03923-0.
74. Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. Lancet. 2022;399(10325):629-655. doi:10.1016/S0140-6736(21)02724-0.
75. Shang X, Dai L, Cao X, Ma Y, Gulnaz I, Miao X, et al. Natural products in antiparasitic drug discovery: advances, opportunities and challenges. Nat Prod Rep. 2025;42(9):1419-1458. doi:10.1039/d5np00007f.
76. Ho CS, Wong CTH, Aung TT, et al. Antimicrobial resistance: a concise update. Lancet Microbe. 2025;6(1):100947. doi:10.1016/j.lanmic.2024.07.010.
77. Liang H, Chen S, Shi M, Zhang Y, Wang X, Liu Y. Global epidemiology and burden of osteoporosis among postmenopausal women: insights from the Global Burden of Disease Study 2021. NPJ Aging. 2025;11:269. doi:10.1038/s41514-025-00269-2.
78. COVID-19 Mental Disorders Collaborators. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. Lancet. 2021;398(10312):1700-1712. doi:10.1016/S0140-6736(21)02143-7.
79. GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators. Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet Neurol. 2024;23(4):344-381. doi:10.1016/S1474-4422(24)00038-3.
80. Asrani SK, Devarbhavi H, Eaton J, Kamath PS. Burden of liver diseases in the world. J Hepatol. 2019;70(1):151-171. doi:10.1016/j.jhep.2018.09.014.
81. Balde A, Ramya CS, Abdul Nazeer R. A review on current advancement in zebrafish models to study chronic inflammatory diseases and their therapeutic targets. Heliyon. 2024;10(11):e31862. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e31862.
82. Chavda VP, Feehan J, Apostolopoulos V. Inflammation: the cause of all diseases. Cells. 2024;13(22):1906. doi:10.3390/cells13221906.
83. GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet. 2024;403(10440):2133-2161. doi:10.1016/S0140-6736(24)00757-8.
84. Raju SK, Chandrasekar S, Vengadhajalapathy P, Sundaram R, Periyasamy S, Chinnaraj T, et al. Review on phytochemical composition and phar-

macological activities of *Bixa orellana* L. J Pharm Biol Sci. 2023;10(2):57-67.

85. Mukherjee P, Roy S, Ghosh D, Nandi SK. Role of animal models in biomedical research: a review. Lab Anim Res. 2022;38:18. doi:10.1186/s42826-022-00128-1.
86. Shadisvaaran K, Subramaniam S, Sulaiman SF. Therapeutic potential of bixin on inflammation. Front Nutr. 2023;10:1209248. doi:10.3389/fnut.2023.1209248.
87. Maria MF, Thangam T, Prakashini RS, Hemamalani AU, Parthasarathy K, Phoebe M. Evaluating nanoparticle-induced cytotoxicity: mechanisms and methods. Nano Biomed Eng. 2025;17(4). doi:10.26599/NBE.2025.9290129.
88. Stohs SJ. Safety and efficacy of *Bixa orellana* (achiote, annatto) leaf extracts. Phytother Res. 2014;28(7):956-960. doi:10.1002/ptr.5088.
89. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Scientific opinion on the re-evaluation of annatto extracts (E 160b) as a food additive. EFSA J. 2016;14(8):4544. doi:10.2903/j.efsa.2016.4544.
90. Qaderi MM, Martel AB, Strugnell CA. Environmental factors regulate plant secondary metabolites. Plants (Basel). 2023;12(3):447. doi:10.3390/plants12030447.

Si desea citar nuestro artículo:
Efectos farmacológicos y seguridad de *Bixa orellana*: evidencia en modelos *in vivo* y estudios clínicos
Sandra Liliana Hernández-Salón, Miguel Artavia Solís
An Real Acad Farm (Internet).
An. Real Acad. Farm. Vol. 92. nº 3 (2026) · pp. 297-314
DOI:http://dx.doi.org/10.53519/analesranf.2026.92.03.04

INSTITVTO
D ESPAÑA





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES