

Un itinerario didáctico y divulgativo por Madrid: La Ilustración española y el descubrimiento de tres elementos químicos

An educational itinerary through Madrid: The Spanish Enlightenment and the discovery of three chemical elements

Gabriel Pinto Cañón* y Victoria Alcázar Montero

E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.

Grupo Especializado en Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química.

PALABRAS CLAVE:

Actividad extraescolar
Divulgación de la ciencia
Elementos químicos
Historia de la ciencia
Ilustración española
Madrid
Paseo didáctico
Turismo científico

RESUMEN:

Se presenta un itinerario didáctico y divulgativo por Madrid que vincula espacios urbanos con la Ilustración española y el descubrimiento de tres elementos químicos —platino, wolframio y vanadio— por científicos españoles. La actividad se integra en proyectos previos de divulgación y de Aprendizaje Servicio, orientados a públicos diversos, y persigue fomentar el conocimiento de relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad, Historia y Arte. El recorrido, situado en parte en el actual Paisaje de la Luz (Patrimonio Mundial de la UNESCO desde 2021), se estructura en nueve etapas que permiten contextualizar manufacturas reales, instituciones científicas y figuras clave del siglo XVIII. Se destacan las contribuciones de Antonio de Ulloa —descubridor del platino y miembro de la Misión Geodésica—, de los hermanos Delhuyar —que aislaron el wolframio— y de Andrés Manuel del Río —identificador del eritronio, posteriormente denominado vanadio—. Cada parada incorpora explicaciones breves sobre procesos científicos, controversias históricas y conexiones entre España y la América virreinal.

KEYWORDS:

Extracurricular activity
Science outreach
Chemical elements
History of science
Spanish Enlightenment
Madrid
Educational walk
Scientific tourism

ABSTRACT:

An educational and outreach itinerary through Madrid is presented, linking urban spaces with the Spanish Enlightenment and with the discovery of three chemical elements—platinum, tungsten, and vanadium—by Spanish scientists. The activity is integrated into previous outreach and Service Learning projects aimed at diverse audiences, and seeks to promote the understanding of the relationships among Science, Technology, Society, History, and Art. The route, partly located within the current Paisaje de la Luz (a UNESCO World Heritage Site since 2021), is structured into nine stages that contextualize royal manufactories, scientific institutions, and key figures of the eighteenth century. The contributions of Antonio de Ulloa—discoverer of platinum and member of the Geodesic Mission—of the Delhuyar brothers—who isolated tungsten—and of Andrés Manuel del Río—who identified erythronium, later renamed vanadium—are highlighted. Each stop incorporates brief explanations of scientific processes, historical controversies, and connections between Spain and the Viceroyal America.

Introducción

En los últimos años, hemos diseñado e implementado itinerarios didácticos y divulgativos por Madrid, en los que pretendemos difundir aspectos de la historia de la ciencia y la tecnología entre públicos diversos (estudiantes y profesores de diferentes etapas educativas y países, participantes en congresos científicos, público en general...). En algunas ocasiones, se han realizado en el contexto de proyectos de Aprendizaje-Servicio (ApS), contando con la colaboración de profesorado de distintas áreas de conocimiento y estudiantes universitarios de ramas de ingeniería y de formación del profesorado.

Algunos de los resultados educativos y en el ámbito de la divulgación, se han publicado en otros medios.^[1-3] Dada la estrecha conexión de uno de los paseos con el ámbito de la

química, se ha considerado oportuno detallarlo en esta publicación, para promover su conocimiento y facilitar su recorrido, entre profesionales del área. En concreto, se trata de la ruta que solemos denominar "La Ilustración española y el descubrimiento de tres elementos químicos".

En este trabajo, tras comentar los objetivos planteados con la actividad, se describen las etapas de la ruta y, de forma somera, algunas de las explicaciones que se aportan en cada una de ellas.

Objetivos del itinerario didáctico y divulgativo

Los objetivos fundamentales que se plantean cuando se lleva a cabo el paseo, son:

1. Fomentar el conocimiento de relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad, Historia y Arte, tanto entre el público participante como entre el profesorado y alumnado universitario que colabora en su organización.
2. Aprender sobre temas de historia de la ciencia y de la técnica, en el contexto de la época histórica conocida como Ilustración Española.
3. Profundizar en el conocimiento de la gesta de cuatro científicos españoles (Antonio de Ulloa (1716-1795), los hermanos Delhuyar –Juan José (1754-1796) y Fausto (1755-1833)– y Andrés Manuel del Río (1764-1849)) que descubrieron tres elementos químicos (platino, wolframio y vanadio, respectivamente), así como de otros científicos, ingenieros y arquitectos de la época.
4. Reflejar y evocar huellas de estos científicos en Madrid.
5. Resaltar la importancia de la tabla periódica (uno de los principales hitos no solo de la ciencia, sino del conjunto de la cultura). Sin ser conscientes de ello, los cuatro personajes citados contribuyeron a su génesis.
6. Divulgar la riqueza de las relaciones históricas, sociales y culturales entre España y la América española, en el siglo XVIII y principios del XIX.
7. Abordar, de forma complementaria, temas concretos de otras áreas de ciencia y tecnología, como la óptica, la geodesia y la botánica.
8. Colaborar en la proyección de Madrid como destino turístico de interés científico. La mayor parte del recorrido que se propone se incluye en el *Paisaje de la Luz* –también conocido como *Paseo del Prado y el Buen Retiro, paisaje de las artes y las ciencias*–, declarado en 2021 como *Patrimonio de la Humanidad* por la UNESCO en la categoría de *Paisaje Cultural*.
9. Contribuir a la consecución de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) concretos, como son:
 - ODS 4, Educación de Calidad (garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos). Especialmente con las metas 4.4 (“...aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias...”), 4.7 (“... valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible...”) y 4.c (“...aumentar considerablemente la oferta de docentes cualificados...”).
 - ODS 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles (lograr que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles), esencialmente con la meta 11.4 (“...redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo...”).

Introducción a la Ilustración española

España desempeñó un papel destacado en el descubrimiento de los tres elementos químicos mencionados en el apartado anterior. No se trata de hazañas aisladas, sino que fue el resultado de un esfuerzo colectivo y una de las consecuencias del impulso regenerador acometido durante el siglo XVIII, en el contexto de la Ilustración española y las consiguientes reformas borbónicas.^[4] Tras la muerte de Carlos II (1661-1700) (último rey de la casa de Habsburgo) sin descendencia, se desarrolló a nivel internacional la Guerra de Sucesión –conflicto bélico entre las potencias europeas que se inició en 1701 y duró hasta 1714 con la firma del Tratado de Utrecht–, que consolidó, con Felipe V (1683-1746), la dinastía borbónica.

Como es bien sabido, la Ilustración fue un movimiento filosófico y cultural que subrayaba el predominio de la razón

(racionalismo) y el fomento de la libertad de pensamiento, que representó una forma de globalización cultural.^[5,6] Entre otras características de su desarrollo en España –tras la introducción de las ideas reformistas por los “novatores”–, cabe mencionar un interés generalizado por reformar multitud de ámbitos (obras públicas, comunicaciones, educación, agricultura, industria –incluidas mejoras económicas y técnicas en sectores como la minería y la metalurgia en la América española– ..., en las conocidas como reformas borbónicas.^[7,8] Se desarrollaron cambios administrativos para remodelar o crear ciertas estructuras del Estado (virreinos, intendencias, capitanías generales...) –para hacerlo más eficiente y centralizado–, a través de gobiernos de *despotismo ilustrado*, en los que los monarcas se apoyaron en personas bien formadas. Hubo también multitud de iniciativas para promover la formación científica y técnica en los ejércitos y un esfuerzo por desarrollar una “ciencia nacional” que permitiera aplicar la tecnología a un mejor aprovechamiento de los recursos. Muestra de ello es la creación de instituciones científicas y docentes como la Real Academia de Guardiamarinas (Cádiz, 1717), la Academia Militar de Matemáticas y Fortificación (Barcelona, 1720), el Colegio de Cirugía (Cádiz, 1748), el Real Seminario Patriótico de Vergara (Guipúzcoa, 1776) y la Academia de Minas de Almadén (Ciudad Real, 1777). También se financiaron expediciones científicas, especialmente por América. Además, se fomentó el intercambio científico con otros países, mediante acciones como el envío de jóvenes “pensionados” para ampliar estudios en los principales centros educativos europeos, la organización de programas de “comisiones secretas” (equivalente a lo que podría ser el espionaje industrial actual), y la contratación de científicos e ingenieros extranjeros (Heinrich Störr, Joseph Louis Proust, Pierre François Chavaneau...) para enseñar en los centros recién creados o renovados. Para propagar ideas reformistas, se crearon *Sociedades Económicas de Amigos del País* en multitud de ciudades. De este modo, se puede considerar que España se incorporó de una manera efectiva a la revolución científica de la época.

La ocupación francesa de España, entre 1808 y 1813, enmarcada en la Guerra de la Independencia, supuso el fin del reformismo ilustrado –ya debilitado a la muerte de Carlos III (1716-1788), prototipo de rey ilustrado, dado que su hijo y sucesor, Carlos IV (1748-1819), facilitó un ciclo de reacción ante el temor causado por la Revolución francesa (1789)– y el inicio de un periodo convulso. Paradójicamente, esta invasión trajo consigo reformas ilustradas y revolucionarias, pero su imposición por la fuerza provocó el rechazo popular.

Etapas del paseo didáctico y divulgativo

La ruta consiste en un paseo de unas dos horas y media de duración incluyendo las explicaciones en las distintas etapas. Se inicia en la fuente del Ángel Caído del Parque del Buen Retiro, sigue por la plaza del Emperador Carlos V (conocida popularmente como glorieta de Atocha) y, pasando por el Paseo del Prado, el Palacio de las Cortes, y la calle del Ave María en Lavapiés, llega hasta el Instituto de Educación Secundaria San Isidro. La primera etapa es buen momento para explicar las ideas fundamentales de la ruta, introduciendo el periodo ilustrado y cuestiones aclaratorias sobre lo que son los elementos químicos y la tabla periódica, y la importancia de los metales. Por ejemplo, se emplea material de apoyo que incluye imágenes de algunos arquitectos emblemáticos mencionados más adelante y retratados por Francisco de Goya (1744-1828), el gran pintor del periodo.

Aquí se recoge la “ruta completa”, pero puede haber versiones más breves al acortar el recorrido en la salida y en la etapa final. Así, a menudo, se inicia en lo que aquí figura como

etapa 2 (explicando allí el contenido de la primera) y finaliza en la etapa 7, explicando desde allí las dos finales.

Como típica “ruta guiada”, cuando se lleva a la práctica con un grupo, se muestran láminas, esquemas y fotografías, como los retratos de los protagonistas y el aspecto de los edificios de su época, para enriquecer el contenido.

En la figura 1 se muestra un mapa de las diferentes etapas del recorrido. En los siguientes epígrafes se recoge una descripción breve de cada etapa, tal y como se lleva a cabo en general. La idea es que cualquier persona interesada en el tema la pueda hacer con estas indicaciones e información complementaria a la que se puede acceder fácilmente en la web.

Etapa 1: Restos de la antigua Real Fábrica de Porcelana del Buen Retiro

Esta fábrica, conocida popularmente como “La China”, estuvo situada en la actual rotonda del Ángel Caído, dentro del Parque del Retiro. Se conservan únicamente los restos de una noria del siglo XVII empleada en dicha fábrica, que se descubrió en excavaciones realizadas entre 1996 y 2000. La fábrica — ejemplo de manufactura real— fue fundada por Carlos III, con artesanos de Nápoles, en el emplazamiento de una antigua ermita. Su objetivo era producir cerámicas destinadas al Palacio Real y otros sitios regios mediante técnicas cuyo proceso era secreto de Estado.^[9] Aunque durante un tiempo se pensó que fue destruida por los franceses, hoy en día se considera que fueron las tropas inglesas en 1812 tras derrotar a los galos acuartelados allí. La fabricación de la cerámica no es un hecho anecdótico; tendrá su reflejo en posteriores etapas del paseo.

Etapa 2: Real Observatorio de Madrid

Construido también por iniciativa de Carlos III, a propuesta de Jorge Juan y Santacilia (1713-1773), fue inaugurado en 1790. El arquitecto fue Juan de Villanueva y de Montes (1739-1811), y la idea inicial era que formara parte de un “Eje de las Ciencias”, junto con el *Real Gabinete de Historia Natural* (en el edificio que posteriormente sería el Museo del Prado) y el *Real Jardín Botánico*.^[10] Actualmente es la sede del *Observatorio Astronómico Nacional*, dependiente del *Instituto Geográfico Nacional*, y se puede visitar (destaca una réplica de un telescopio de Herschel de 60 cm de diámetro; el original fue destruido en 1808 durante la ocupación francesa).^[11]

Etapa 3: Palacio de Fomento

Obra de Ricardo Velázquez Bosco (1843-1923), el edificio fue construido, en los terrenos del *Real Jardín Botánico*, entre 1893 y 1897. Proyectado como *Escuela de Arte y Oficios y Facultad de Ciencias*, finalmente se destinó a sede del Ministerio de Fomento (desde 1931 ha sido la sede del *Ministerio de Agricultura*, con distintas denominaciones). Aunque pertenece a un periodo muy posterior a la Ilustración, se utiliza para hablar de la vida y obra de Antonio de Ulloa, debido a la presencia de una estatua suya en la fachada principal (ver figura 2). Ulloa nació en Sevilla en 1716 e ingresó en 1733 en la *Real Academia de Guardiamarinas* de Cádiz. Entre 1735 y 1744 participó, junto con Jorge Juan, en la *Misión Geodésica Francesa*, una expedición científica emblemática por el *Virreinato del Perú*, en los actuales Colombia y Ecuador, que ayudó a determinar que la Tierra está achatada por los polos. Además de resolver una cuestión científico-filosófica, el hallazgo tenía importantes aplicaciones para la elaboración de cartas náuticas. Durante el viaje de regreso, Ulloa fue capturado por corsarios ingleses que lo llevaron prisionero a Inglaterra.^[12] Allí, en la *Royal Society*, comunicó su intuición de que la *platina* —hasta entonces considerada una impureza indeseable del oro en zonas estudiadas durante la expedición— era en realidad un metal distinto, cuyo nombre evolucionaría con el tiempo hasta “platino”, único elemento químico cuyo símbolo tiene raíz etimológica española.^[13] Entre otros resultados de la *misión*, Ulloa describió también un fenómeno óptico que hoy se conoce como “los anillos de Ulloa”. Entre 1749 y 1751 participó en una “comisión secreta” por varios países europeos. Además de su labor como oficial de la Marina —llegó a ser el primer gobernador del vasto territorio de Luisiana y superintendente de las minas de mercurio de Huancavelica, en Perú—, redactó un informe sobre la limpieza de Madrid, propuso la creación del *Gabinete de Historia Natural* en la ciudad e inició el proyecto que terminaría siendo el *Canal de Castilla*, entre otras acciones.^[14] En este punto de la ruta se dedica tiempo a explicar la *Misión Geodésica* y se anima a los participantes a visitar, en otro momento, el *Museo Naval*, que conserva importantes piezas (cuadrantes, catalejos, niveles geodésicos...) usadas por Antonio de Ulloa y Jorge Juan.

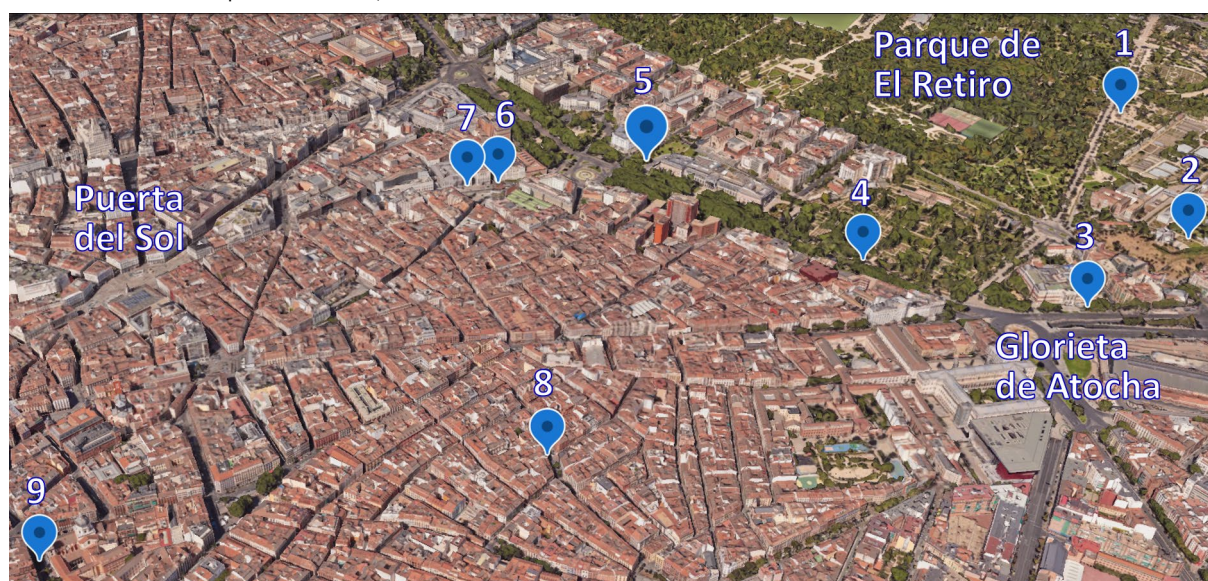


Figura 1. Plano que recoge el área de Madrid donde se desarrollan las etapas comentadas en el texto y algunas zonas emblemáticas para ayudar a la ubicación. Fuente: Los autores (aplicación de Google Earth).



Figura 2. Fotografía del Palacio de Fomento en 2024 (Imagen de Fernando - reproducida de Ref. [15] bajo licencia CC BY-SA 4.0) y detalle de la estatua de Antonio de Ulloa situada en su fachada (Imagen de Luis García, reproducida de Ref. [16] bajo licencia CC BY-SA 3.0).

Etapas 4 y 5: Puerta de Sabatini del Real Jardín Botánico y Fachada principal del Museo Nacional del Prado

Fundado en 1755 a orillas del río Manzanares y trasladado a su ubicación actual entre 1774 y 1781, bajo la dirección de Francesco Sabatini (1721-1797) y Juan de Villanueva, la finalidad del *Real Jardín Botánico* era el estudio y la enseñanza de la botánica, así como la organización de expediciones científicas como la *Real Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada*, dirigida por José Celestino Mutis (1732-1808), que destacó por la calidad de sus láminas y la descripción de numerosas especies.^[17,18] Este naturalista coincidió en la actual Colombia con Juan José Delhuyar. La etapa 4, cuya parada está en la puerta principal del *Jardín Botánico* en el Paseo del Prado (ver figura 3), continúa (etapa 5) hasta la fachada principal del *Museo Nacional del Prado*, cuyo edificio comenzó a construirse en 1786 también por Villanueva, con la intención de albergar el *Real Gabinete de Historia Natural*, la *Academia de Ciencias* y un laboratorio de química. Tras sufrir graves daños durante la invasión napoleónica, fue inaugurado en 1819 como *Real Museo de Pinturas y Esculturas*, a iniciativa de Fernando VII (1784-1833), impulsado por su esposa, la reina María Isabel de Braganza (1797-1818).

Etapas 6: Calle donde se ubicó la Casa de la Platina

Esta etapa se ubica en la calle del Marqués de Cubas, esquina con la carrera de San Jerónimo. La denominada "Casa de la Platina" que albergó la Real Fábrica de Platina y la *Escuela de Física, Química y Mineralogía*, estuvo ubicada originalmente



Figura 3. El Jardín Botánico desde el Paseo del Prado (óleo de Luis Paret y Alcázar (1746-1799), sobre 1795, reproducida de Ref. [20]) y fotografía actual de la misma puerta, durante la realización de uno de los paseos por la ruta descrita (fuente: los autores).

en la calle Hortaleza (en la manzana 330, actual número 87), fuera del recorrido, en lo que con el tiempo fue una fábrica de cerveza, y más tarde un palacio, conocido como de Santa Bárbara. Fue dirigida por los químicos franceses Pierre François Chavaneau (1754-1842) y Joseph Louis Proust (1754-1826), protagonistas de relevantes estudios sobre la purificación y el tratamiento del platino.^[19] En 1791 se trasladó a la calle de los Jardines, posteriormente denominada calle del Turco (donde sufrió un atentado mortal el general Juan Prim y Prats (1814-1870) y, en la actualidad, calle del Marqués de Cubas.

Etapas 7: Palacio de las Cortes

El edificio del Congreso de los Diputados, construido entre 1843 y 1850, es relevante para la ruta (ver figura 4) porque en otro colindante vivió sus últimos años y falleció Fausto de Delhuyar. Nacido en Logroño (1755) estudió cirugía, matemáticas e historia natural en París, completó su formación en otras instituciones europeas y fue profesor de Mineralogía y Metalurgia en el Real Seminario Patriótico de Vergara, donde coincidió con Chavaneau. Allí, en 1783, obtuvo el wolframio junto con su hermano Juan José.^[21] Tras estancias en otros centros europeos, Fausto fue designado director general de Minería del Virreinato de Nueva España y fundó el Colegio y el *Palacio de Minería* en Ciudad de México. Regresó a España en 1822, a raíz de la independencia de México, como director general de Minas y director de la Escuela de Minas de Almadén. Creó la Dirección General de Minas que se trasladó, en 1827, con un laboratorio de ensayos y una cátedra de química docimástica (de ensayo de metales) a la calle Florín (hoy de Fernánflor) y murió en 1833.^[22] Su hermano Juan José, un año mayor que él y de formación internacional similar, fue pensionado en Suecia para mejorar la química para la fabricación de cañones. Allí, Torbern Olof Bergman (1735-1784) y Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) le introdujeron en los métodos modernos de laboratorio de química y le sugirieron que podría haber un metal nuevo en el mineral *tungsten* (hoy conocido como scheelita). Posteriormente, fue nombrado director

general de Minas de Nueva Granada, Falleció a los 42 años en Santa Fe de Bogotá en 1796.^[23] Esta etapa es buena ocasión para informar de la controversia en la denominación del wolframio como *tungsteno*, y de los procesos químicos que llevaron a la obtención del nuevo metal por los hermanos Delhuyar.

Etapas 8 y 9: Casa natal de Andrés Manuel del Río e I.E.S. San Isidro

Andrés Manuel del Río nació en 1764 en la calle del Ave María (n.º 23 actual) del barrio de Lavapiés, a donde se llega en esta etapa del paseo.^[24] Fue bautizado en la cercana Iglesia de San Sebastián y estudió en los Reales Estudios de San Isidro, donde hoy se encuentra el actual Instituto de Educación Secundaria del mismo nombre. Se formó en minería y química en la Academia de Minas de Almadén y, posteriormente, en otros centros de Europa (París, Schemnitz, Freiberg...) durante casi una década. En 1793 fue nombrado profesor del *Real Seminario de Minería* de México, donde enseñó mineralogía y laboreo de minas, coincidiendo con Fausto Delhuyar. Regresó a España, brevemente (entre 1821 y 1822), como representante de Nueva España en el Parlamento (ubicado entonces en el actual edificio del Senado) durante el *Trienio Liberal*, residió un lustro en Estados Unidos, colaborando con destacadas sociedades científicas y murió en México, en 1849. En 1801 analizó unas muestras de *plomo pardo* en Zimapán —se pensaba que eran fosfato de plomo y hoy en día se conoce como vanadinita, $Pb_3Cl(VO_4)_3$ —, encontrando el óxido de un metal desconocido que denominó eritronio —previamente barajó los nombres de zimapanio y pancromo—. Comunicó el hallazgo a su amigo Alexander von Humboldt (1769-1859) que estaba entonces en una expedición científica por la zona. Humboldt pasó unas muestras al químico francés Hippolyte Victor Collet-Descotils (1773-1815), quien concluyó que no se trataba de un nuevo elemento químico. En 1830 el sueco Nils Gabriel Sefström (1787-1845), apoyado por su maestro Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), encontró lo que pensó que era un nuevo metal que denominó vanadio (de la diosa escandinava de la belleza Vanadis).^[25] Poco después, Friedrich Wöhler (1800-1882) analizó una muestra de *plomo pardo* de Humboldt y concluyó que el óxido de vanadio era idéntico al de eritronio de Del Río. A mediados del siglo XX, hubo intentos desde México (donde Del Río ha sido y es muy apreciado), con el apoyo de Linus Carl Pauling (1901-1994), de que se cambiara el nombre de vanadio por eritronio, pero la IUPAC no lo consideró pertinente. Como homenaje a Del Río y a la importancia del *IES San Isidro*, la ruta completa termina en este emblemático instituto de Madrid que, precisamente este año (2026) está realizando un gran número de actividades y exposiciones de material educativo histórico, con motivo del IV centenario de los *Reales Estudios de San Isidro*. Como curiosidad anunciada al inicio del paseo, al comentar la fundación de la *Real Fábrica de Porcelanas*, se indica que Del Río, en su visita a París en el inicio de sus estudios internacionales, tenía como un objetivo subsanar unos defectos de fabricación de la cerámica en dicha entidad y, además, uno de sus últimos artículos científicos versó sobre cerámica de Puebla en México.

Resultados y conclusiones

Las etapas resumidas en el apartado anterior son una mera indicación de lo tratado en la ruta. En su realización práctica se comentan muchas más cuestiones, adaptándolas al público concreto, con la idea de que sea un paseo dinámico, lo más distendido posible.

A modo de ejemplos: en la primera etapa, se muestra una tabla con los símbolos alquimistas de los siete metales de la antigüedad y su relación con dioses de la mitología romana,

planetas y días de la semana;^[26] en la etapa 2 se muestra un balón hinchable con el mapamundi para explicar el objetivo de la Misión Geodésica y un catalejo para ilustrar el proceso matemático de medidas topográficas por triangulación; en la etapa 7 se muestra un frasco de reactivo de *sodium tungstate* para ilustrar que en español es wolframato de sodio, así como una bombilla antigua con filamento de wolframio (uso emblemático de este metal); en la misma etapa, se muestran grabados antiguos donde se recoge el edificio donde falleció Fausto Delhuyar, colindante con la *Iglesia del Espíritu Santo* (donde hoy se levanta el edificio del Congreso), y en la etapa 8 se despliega una fotografía de gran tamaño del *Retablo de la Independencia*, mural del mexicano Juan O’Gorman (1905-1982) donde se rinde homenaje a Humboldt, Fausto Delhuyar y Andrés Manuel del Río.^[27]



Figura 4. Palacio de las Cortes en 1853, con el edificio anejo (parte superior) donde años antes trabajó y falleció Fausto Delhuyar. Fuente: Pinterest, dominio público.

La idea de esta ruta se fraguó con motivo del Año Internacional de la Tabla Periódica (2019), al apreciar que en Madrid hay vestigios de interés que permiten relacionar una época brillante de la cultura, la Ilustración española, con uno de sus resultados que no es muy conocido: el descubrimiento de tres elementos químicos.

Desde hace tres años se lleva a cabo por diversos motivos: actividad complementaria de algún máster universitario que imparten los autores, actividad social de algún congreso que se celebra en Madrid, petición de algún profesor para grupos específicos (estudiantes de universidades extranjeras en visita a Madrid, alumnos de altas capacidades, universidad de la experiencia...), etc. También, periódicamente se difunde, especialmente durante la Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid, y la actividad UPM Conecta, mediante conferencias.

A través de encuestas y comentarios personales, se vislumbra un gran aprecio por la realización de la actividad entre el público participante —en general, sorprendido (gratamente) de que desde España se haya colaborado tan intensamente en el descubrimiento de tres elementos químicos y de las relaciones estrechas científico-culturales, además de históricas, con los países hermanos de Hispanoamérica—.

Desde la perspectiva docente y divulgativa, la actividad ha resultado altamente satisfactoria; no solo ha permitido difundir temas de interés, sino que también ha propiciado un enriquecimiento significativo en torno a las relaciones entre historia, ciencia, técnica, arte y sociedad por parte del equipo responsable. A modo de invitación final, para quienes se encuentren en Madrid o tengan previsto visitarla, se anima encarecidamente a realizar el recorrido y a descubrir cómo la ciencia cobra vida en primera persona a través de las calles de la ciudad.

Agradecimientos

Se agradecen las ayudas de la *Universidad Politécnica de Madrid* (Proyecto “Madrid con ciencia: paseos para descubrir nuestro pasado científico”, Convocatoria de «Proyectos de Aprendizaje-Servicio» 2024) y la *Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química* (Proyecto “Tras las huellas de la ciencia en Madrid”, Convocatoria de «Ayudas para la realización de actividades divulgativas y educativas» 2026). Asimismo, se agradecen los comentarios y sugerencias de los revisores, que han contribuido a mejorar este manuscrito.

Bibliografía

- [1] G. Pinto, V. Alcázar, M. Martín-Conde, Á. Agüero, M. P. Arrieta, F. R. Beltrán, P. García-Muñoz, J. A. Sepúlveda, *Advances in Building Education (ABE)*, **2025**, 9(1), 9-30.
- [2] G. Pinto, V. Alcázar, M. Martín Conde, en *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (IV)*, (Eds.: M. González Montero de Espinosa, A. Herráez Sánchez), Grupo SM, Madrid, **2025**, pp. 207-217, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1400950Z>.
- [3] G. Pinto, M. Martín Conde, A. Agüero, V. Alcázar, N. Arabaseri, M. P. Arrieta, F. R. Beltrán, P. García Muñoz, M. Isar, I. López Hernández, F. Martín García, C. Matías, “Diseño e implementación de rutas divulgativas STEAM en Madrid: Un proyecto de Aprendizaje-Servicio” disponible en <https://zaguan.unizar.es/record/131922> **2023** (consultado: 03/03/2026).
- [4] G. Pinto, en *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III)* (Eds.: M. González Montero de Espinosa, A. Herráez Sánchez), Grupo SM, Madrid, **2023**, pp. 155-163.
- [5] T. Munck, G. G. Djembé, *Historia social de la Ilustración, Crítica*, **2001**.
- [6] D. Outram, *The enlightenment*, Cambridge University Press, **2019**.
- [7] A. Lafuente, N. Valverde Pérez. *Los mundos de la ciencia en la Ilustración Española*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, **2003**.
- [8] A. J. Kuethe, K. J. Andrien, *The Spanish Atlantic world in the eighteenth century: War and the Bourbon Reforms, 1713-1796*, Cambridge University Press, **2014**.
- [9] C. M. Mañueco Santurtún, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidrio* **1999**, 38(4), 335-344.
- [10] L. Herranz Durández, *Del Observatorio Astronómico a la Virgen de Atocha (Madrid): una historia de oportunidades perdidas*, E.T.S. Arquitectura (UPM), Madrid, **2017**.
- [11] J. M. Sánchez-Ron, *Phys. perspect*, **2006**, 8, 318-343, <https://doi.org/10.1007/s00016-005-0261-3>.
- [12] J. F. Guillén Tato, *Los tenientes de navío Jorge Juan y Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral y la medición del Meridiano*, Caja de Ahorros de Novelda, Madrid, **1973**.
- [13] G. Pinto, *J. Chem. Educ.* **2017**, 94(7), 970-975, <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b01007>.
- [14] A. Gutiérrez Escudero, en *Actas del II Centenario de don Antonio de Ulloa* (Eds.: M. Losada, C. Varela), CSIC - Escuela de Estudios Hispanoamericanos (EEHA), **1995**, 257-270.
- [15] “Palacio de Fomento”, disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Palacio_de_Fomento, **2025** (consultado: 18/06/2026).
- [16] “Antonio de Ulloa”, disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Antonio_de_Ulloa, **2026** (consultado: 18/06/2026).
- [17] C. Añón, *Real Jardín Botánico de Madrid: sus orígenes, 1755-1781*, Real Jardín Botánico CSIC, Madrid, **1987**.
- [18] A. Rodríguez, *Expediciones científicas españolas del siglo XVIII*, Edaf, Madrid, **2023**.
- [19] P. D. Cano, *De re metallica* (Madrid): **2016**, 27, 47-56.
- [20] L. Paret y Alcázar, “El Jardín Botánico desde el Paseo del Prado”, disponible en <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-jardin-botanico-desde-el-paseo-del-prado/e7d3ff35-7cfe-42a6-90f2-64737fb96c54>, **1792 - 1799** (consultado: 18/06/2026).
- [21] P. Román Polo, en *La proyección mundial de los hermanos Delhuyar en el campo de la ciencia y de la economía* (Eds.: S. Ibáñez) Universidad de La Rioja, **2022**, pp. 121-166.
- [22] I. Pellón González, en *XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* (Eds.: J. M. Urkia), Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, Guipúzcoa, **2012**, pp. 27-62.
- [23] P. Román Polo, en “Entre la alquimia y la química”, (Eds.: J. M. Salas, L. F. Vallvey) Editorial Universidad de Granada **2017**, pp. 93-120.
- [24] G. Pinto, *An. Quím.* **2020**, 116(1), 38-42.
- [25] O. Puche Riart, *Fundetel* **2001**, 5, 72-84.
- [26] P. Román Polo, *ConCIENCIAS. Digital*: **2019**, 24, 38-55.
- [27] G. Pinto, *Educ. Quím.* **2022**, 33(4), 143-155, <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.82131>.



Gabriel Pinto Cañón

E.T.S. Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid. Grupo Especializado en Didáctica e Historia, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química

C-e: gabriel.pinto@upm.es

ORCID: 0000-0002-8961-7255

Licenciado (1985) y Doctor (1990) en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, se incorporó como docente a la E.T.S. de Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid) en 1986, donde ejerce como catedrático de universidad (área de ingeniería química). Ha investigado sobre espectroscopía, polímeros y materiales compuestos de matriz polimérica, recursos didácticos, educación STEAM e historia de la ciencia, habiendo publicado más de 200 artículos. Ha dedicado un esfuerzo especial a la divulgación científica en multitud de formatos (conferencias, talleres, ferias, artículos, libros, webs...), reconocido por el Premio Nacional a la Difusión de la Ciencia otorgado en 2020 por la Confederación de Sociedades Científicas de España, entre otros.



Victoria Alcázar Montero

E.T.S. Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid. Grupo Especializado en Didáctica e Historia, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química

C-e: marivictoria.alcazar@upm.es

ORCID: 0000-0002-1891-3209

Realizó los estudios de Licenciatura (1986) y Doctorado (1989) en Ciencias Químicas en la Universidad de Salamanca. A continuación, fue becaria postdoctoral Fulbright (1990-1992) en la Universidad de California Los Ángeles y, más tarde (1992-1993), profesora ayudante en el Instituto Tecnológico de Zúrich (ETH). Se incorporó a la Universidad Autónoma de Madrid (1993-1996) con un contrato de incorporación a España de Doctores y Tecnólogos y, tras trabajar como Profesora de Enseñanza Secundaria (1996-2007), se unió al Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid) donde, en la actualidad, es catedrática de universidad.