

Juan Gavala y Laborde (1885-1977): estudios geológicos del área bética

CÁNDIDO MARTÍN FERNÁNDEZ
Universidad de Cádiz

Resumen

Juan Gavala y Laborde (1885-1977) fue un ingeniero de minas que vivió la transición de la geología española. Como miembro del Instituto Geológico y Minero participó en la realización del mapa geológico de España a escala 1:50.000 (1.^a serie), encargándose de la hoja relativa a la provincia de Cádiz. En la primera mitad del siglo XX hizo importantes estudios geológicos, muchos de ellos relacionados con la bahía de Cádiz, por lo que la figura del geólogo gaditano José Macpherson aparece ligada a algunos de sus estudios en esta región. Participó en proyectos relacionados con los alumbramientos de aguas subterráneas y los problemas de abastecimiento; también con la entonces incipiente búsqueda de petróleo, con la ejecución de sondeos, en su caso en la provincia de Cádiz, así como en uno de los grandes proyectos que nunca llegó a realizarse, el túnel submarino del estrecho de Gibraltar. En este estudio queremos recuperar esos importantes trabajos geológicos.

Abstract

Juan Gavala y Laborde (1885-1977) was a mining engineer who lived during a period of transition in Spanish geology. He was a member of the Geological and Mining Institute and produced the sheet devoted to the province of Cadiz in the geologic map of Spain (scale 1:50.000, 1st series). During the first half of the 20th century, he made important geological studies, many of them related to the Bay of Cadiz, so that links with geologist José Macpherson appear in some of these. He participated in projects concerning groundwater extraction and the supply problems, initial oil prospecting surveys in the province of Cadiz, and the unachieved underwater tunnel through the Strait of Gibraltar. This paper approaches these important geological works.

Palabras clave: Geología, Agua, Petróleo, Gavala, España, Siglo XX.

Keywords: Geology, Water, Oil, Gavala, Spain, 20th Century.

Recibido el 4 de noviembre de 2013 – Aceptado el 5 de mayo de 2014

Juan Gavala y Laborde nació en Lebrija, provincia de Sevilla, un 6 de julio de 1885. A los tres años moría su padre, y la familia se trasladaría al Puerto de Santa María en Cádiz, lugar al que siempre estaría vinculado desde entonces. José María Ríos relata [1979, pp. 11-14] que la infancia de Gavala transcurrió en esta localidad

gaditana, en la que asistiría al colegio de los Padres Jesuitas, consiguiendo una excelente formación en el bachillerato que le permitiría leer a los clásicos en su lengua, especialmente en latín. Debido a esta habilidad, también tradujo directamente la *Ora Marítima* de Avieno para corregir las traducciones que se habían realizado de la misma¹. Al igual que su padre, Juan Gavala Sánchez, estudió en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas en Madrid, terminando sus estudios en 1909. A partir de ese momento, se incorporaría al Instituto Geológico hasta su jubilación, en junio de 1955. Por tanto, podemos decir que Gavala es un eslabón de la geología española que transitará del romántico XIX al industrial y moderno siglo XX.

CONTEXTO HISTÓRICO-CIENTÍFICO

A lo largo del s. XIX, las disciplinas científicas y técnicas hacen un gran esfuerzo por mirar hacia su pasado, hacia su historia, de tal modo que desde ese pasado encuentran acomodo y justificación a sus investigaciones actuales. Ese interés histórico no consiste en contemplar el pasado sino en construirlo, en integrarlo como parte del conocimiento actual. El pasado sólo se justificaba en tanto que puede incorporarse como parte del conocimiento que tenemos en estos momentos. La cartografía geológica también se impregnó de estas corrientes y serán los ingenieros de minas —y en menor medida los naturalistas geólogos— quienes a lo largo de los siglos XIX y primera mitad del XX llevarán a cabo, parcialmente, el colosal levantamiento geológico del territorio español.

En este ambiente será en el que, en el año 1849, se constituyó la *Comisión de la Carta Geológica de Madrid y General del Reino*, y que durante el Sexenio Revolucionario (1868-1874) pasaría a denominarse *Comisión del Mapa Geológico de España*; cuarenta y cuatro años después de iniciados estos trabajos, finalizarían el primer mapa geológico de España a escala 1:400.000, hacia el año 1893. Por entonces, ya existía una enquistada rivalidad entre geólogos naturalistas y geólogos ingenieros [BLÁZQUEZ, 1992, p. 106]. En 1910, esta Comisión pasó a denominarse *Instituto Geológico de España* (IGE), y sólo tras el *XIV Congreso Geológico Internacional* de 1926, celebrado en Madrid, recibiría el actual nombre de *Instituto Geológico Minero de España* (IGME), aunque en un periodo intermedio, entre los años 1988 y 2000, se llamó *Instituto Tecnológico y Geominero de España* (ITGE). En 1928 publicarían los primeros mapas geológicos a escala 1:50.000 (1.ª Serie), realizados por su reducida plantilla, que en 1933 era de 29 titulados.

La internacionalización de la geología española se produce, fundamentalmente, a raíz de la organización del *XIV Congreso Geológico Internacional* celebrado en Madrid del 23 al 31 de mayo de 1926 [AYALA-CARCEDO, 2005]. Este Congreso pretendía superar los problemas que se habían dado en el anterior, celebrado en Bélgica, al que no asistieron los derrotados y los neutrales en la Primera Guerra Mundial. El Congreso de Madrid consiguió ese propósito y se convirtió en el Congreso con mayor número de participantes de los celebrados hasta entonces; en total fueron 722, pro-

venientes de 52 países y con un total de 127 comunicaciones. Para la celebración del Congreso se construyó el edificio que el IGME ocupa actualmente en la calle Río Rosas n.º 23 de Madrid, aunque lo único que estaba construido fue la sala principal del actual museo, que fue donde se celebró el congreso. Entre las actividades vinculadas al Congreso destacan las excursiones realizadas: 7 precongreso, 3 durante el congreso, y 6 postcongreso. No sería hasta 1927 cuando recibió el nombre con el que hoy se le conoce, Instituto Geológico Minero de España.

La participación de Juan Gavala en este Congreso Internacional consistió en la organización conjunta de una de las excursiones precongresuales, la A-1: Estrecho de Gibraltar, N de Marruecos y Marruecos Español (12 días), que fue dirigida por Agustín Marín y Bertrán de Lis (1874-1943), Juan Gavala (1885-1977), Francisco Javier Miláns del Bosch (1887-1961) y Pablo Fernández Iruegas (1887-?) [AYALA-CARCEDO, 2005]. Gavala colaboró también en la realización de la guía para los congresistas. Tanto en esta guía, como en el resto de las elaboradas para las otras excursiones, se pone de manifiesto la colaboración que en aquellas fechas del Congreso realizaron la comunidad geológica que existía en el país. Por un lado, la de los miembros del IGE, formada por ingenieros de minas, y, por otro, la de los naturalistas-geólogos, vinculados al Museo Natural de Ciencias Naturales y a la Universidad. Cada uno de ellos tenía su propio medio de difusión, los ingenieros el *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*, y los naturalistas el *Boletín* y las *Memorias* de la Real Sociedad Española de Historia Natural.

En esta época, el primer cuarto del siglo XX, España era un país fundamentalmente agrícola en el que la industrialización se venía haciendo hueco, pero lentamente. Era un país monárquico gobernado por el rey, Alfonso XIII, que, desde 1923 había permitido la rotura del orden constitucional con el ascenso al poder de la Dictadura Militar de Primo de Rivera.

En este contexto político y científico de transición es en el que Juan Gavala y Laborde dejará huella en varios ámbitos: el primero de ellos, por coincidir con sus primeras publicaciones, así como con trabajos de campo y que posteriormente se verán también reflejados en su madurez cuando ya tenga responsabilidades empresariales, como el de las perforaciones petrolíferas, aspecto en el que destacará a lo largo de su trayectoria profesional. El segundo de los ámbitos será el relacionado con los abastecimientos de agua, fundamental para el desarrollo social y económico de los territorios. Como el propósito de este artículo es centrarnos en sus trabajos del área bética², lo cual implica no profundizar en su vertiente vinculada al INI, a la Empresa Nacional Adaro, y al resto de empresas en las que desarrolló un gran esfuerzo en pro del desarrollo minero e industrial del país, queremos mostrar su implicación en uno de los proyectos más ambiciosos que se gestionó en el primer tercio del siglo XX, como era el túnel subterráneo bajo el estrecho de Gibraltar. La figura de Gavala estará ligada a la provincia de Cádiz de un modo especial, una gran parte de sus trabajos se centraron en esta región.

GEÓLOGOS Y GEOLOGÍA EN CÁDIZ: DE MACPHERSON Y ORUETA A GAVALA

En 1927, apenas un año después del Congreso Geológico Internacional celebrado en Madrid, tuvo lugar en Cádiz el *XI Congreso Hispano-Luso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*. Juan Gavala participó en este Congreso, y en él se rindió homenaje a uno de los geólogos más importantes españoles, a José Macpherson y Hemas (1839-1902) [BARRERA, 2002].

No hubo relación directa entre Gavala y Macpherson, pues pertenecían a dos generaciones diferentes. Sin embargo, la coincidencia del interés que Gavala mostró por determinadas zonas geográficas, principalmente la provincia de Cádiz; lleva a pensar que, sin duda, de algún modo, siguió pasos que antes había dado Macpherson.

José Macpherson fue un nexo de unión entre las diversas instituciones que surgían en España en aquellos momentos, y también el aglutinador de personajes interesados en la geología. Un personaje ligado a Macpherson, y cuyo apellido nos llevará hasta Gavala es el de Orueta. El precursor de la saga, Domingo Orueta y Aguirre (1793-1859), era oriundo de la guipuzcoana Oñate, y se trasladaba a Cádiz para pasar largas temporadas junto a su tío Pedro Antonio de Aguirre, diputado a Cortes por la Junta de Cádiz, y uno de los redactores de la Constitución de 1812, en aquellos años convulsos de la ocupación francesa y donde tuvo que quedarse durante el asedio francés. Terminaría casándose con su prima Pilar de Aguirre y Veá Murguía en el año 1804 y, hacia 1825, se trasladarían a Málaga. Allí nació el segundo miembro de la saga, que tiene el mismo nombre y apellidos que su padre, Domingo Orueta Aguirre (1833-1895), que será amigo de José Macpherson, pues eran de la misma generación y compartían el gusto por la geología malagueña, especialmente la del Macizo de Ronda. A pesar de que los Orueta y Aguirre se habían trasladado a Málaga pasaban temporadas en Cádiz hasta la muerte del abuelo Pedro Antonio de Aguirre Lizaur ocurrida en 1851.

La amistad entre Domingo Orueta Aguirre y José Macpherson les llevó a recorrer las sierras andaluzas, especialmente la de Ronda, donde cultivaban su interés por la geología. Ambos presentan paralelismos en sus vidas [ORUETA GONZÁLEZ y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, 2002]. Entre ellas, que ninguno de los dos sintió nunca ningún interés en los negocios familiares y que, a pesar de ello, estos negocios les permitieron siempre vivir holgadamente; que ambos se formaron en el extranjero donde tuvieron la oportunidad de entrar en contacto con las nuevas corrientes científicas que dominaban, así como con los mejores especialistas del momento; su condición de liberales y progresistas que se puso de manifiesto con la implicación de ambos en la Institución Libre de Enseñanza fundada por Francisco Giner de los Ríos; pero, sin lugar a dudas, destaca el interés y el uso que ambos dieron al microscopio para sus trabajos.

La afición de Domingo Orueta por la microscopía se la transmitió a su hijo Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) quien si se convertiría en un experto internacional llevando a cabo importantes mejoras en las técnicas microscópicas y micro-

fotográficas [RÁBANO, 2007]. Se formó como ingeniero de minas en la ETS de Ingenieros de Minas de Madrid, realizando una brillante carrera que finalizaría en 1885 siendo el número 1 de su promoción. Posteriormente, trabajaría en minas de carbón (en las de Orbó, en Palencia, y en la de Matallana, en León), y en la Ferrería Heredia de Málaga. Hacia 1890 se instala en Gijón donde emprende iniciativas empresariales de gran éxito, desarrollando patentes propias, como la de frascos de hierro para el traslado de mercurio de las minas de Almadén. El 15 de noviembre de 1915 fue nombrado vocal del Instituto Geológico Minero; unos días antes había hecho una presentación pública sobre su descubrimiento de platino en Ronda. De nuevo la Serranía de Ronda centra el interés de los modernos geólogos españoles.

En 1919, dio comienzo la construcción del edificio del Instituto Geológico Minero en su actual ubicación de la calle Río Rosas, Domingo Orueta y Duarte fue el encargado de diseñar el Laboratorio de Microscopia incluido en el proyecto del edificio concebido por Rafael Sánchez Lozano y José M.^a de Madariaga. En 1922, sería nombrado subdirector del Instituto y, en 1925, sería director de esta institución. Fue el primer director nombrado por unanimidad por la Junta y no por el ministerio, como lo habían sido todos los anteriores. Desgraciadamente, sólo estuvo diez meses en el puesto ya que falleció en la madrugada del 15 de enero de 1926, apenas cinco meses antes de la celebración del XIV Congreso Geológico Internacional que organizaba el Instituto Geológico de España y en cuya preparación estuvo al frente. Para dicho Congreso Domingo Orueta y Duarte realizó la guía de excursión al Macizo de Ronda, junto a Enrique Rubio y Primitivo Hernández.

JUAN GAVALA. ESTUDIOS Y PROYECTOS GEOLÓGICOS

La infancia de Juan Gavala estuvo marcada por la regencia de María Cristina (1885, año del nacimiento de Gavala), y la subida al trono de Alfonso XIII, en 1902. Estos son años de profunda crisis económica en el país tras la pérdida de las últimas colonias de ultramar, en el conocido como desastre del 98. Siendo presidente del gobierno Mateo-Sagasta, España entró en guerra contra los Estados Unidos en la conocida como Guerra de Cuba, y ello supuso la independencia de la isla y la pérdida del resto de las colonias: Puerto Rico, Filipinas y Guam. Pocos años después, España proseguiría sus aventuras coloniales en África estableciendo un protectorado español en Marruecos en 1912, y sufriendo un continuo enfrentamiento en ese territorio hasta el desastre de Annual en el año 1921; dos años más tarde, en 1923, Primo de Rivera daría un golpe militar con el respaldo del monarca Alfonso XIII.

La figura de Juan Gavala se incorpora a la escena de la investigación geológica en estos años en los que el IGE trata de proyectarse internacionalmente. El Congreso Internacional de 1926, su preparación y las guías de sus excursiones, es un nexo de unión entre Domingo Orueta y Duarte y Juan Gavala Laborde, pero también lo será el interés por la geografía y geología andaluza y, en especial, la de la provincia de Cádiz.

Como dice Domínguez-Bella [2008, p. 117], desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, disponemos de estudios específicos sobre la geología de la provincia de Cádiz debido a los trabajos de Macpherson y Gavala, concretamente hace alusión al *Bosquejo Geológico de la Provincia de Cádiz* publicado por Macpherson en 1873, y al *Mapa Geológico de la Provincia de Cádiz a escala 1:100.000* publicado por Gavala en 1924. El litoral de la provincia de Cádiz ya apareció descrito en la obra de Avieno –que el propio Gavala vertió al castellano al publicar *La Geología de la Costa y Bahía de Cádiz y el poema «Ora Maritima» de Avieno*– en la que se nos describe la costa gaditana tal y como estaba hace dos mil años, y que sería reconstruida por Gavala en el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (1.ª Serie), que se publicó en 1959.

El área bética centrará el interés geológico de Gavala. Prueba de ello son su Mapa Geológico de la provincia de Cádiz, así como las hojas geológicas (1.ª Serie) del mapa Nacional a escala 1:50.000 del área bética que realizó. Otro importante trabajo de Gavala, la *Descripción Geográfica y Geológica de la Serranía de Grazalema*, de 1918, ha sido reeditado recientemente, en 2012, por el IGME con un importante estudio introductorio de los profesores E. Martín, C. Martín y L. Lagóstena. En este estudio nos dice el profesor E. Martín [2012, p. 32] que entre los años 1916 y 1929, Juan Gavala publicaba varios estudios centrados en Andalucía³. Coincidimos con E. Martín cuando afirma que las aportaciones geológicas más valiosas de Juan Gavala giran en torno a la *datación de los materiales margoyesíferos del Triásico*, y en lo concerniente a la *definición y datación de las «areniscas de Aljibe», a las que asignó una edad oligocena y las relacionó con las «moronitas» o margas diatomíferas, reconociendo sin embargo la imposibilidad de su correlación litológica y cartográfica*, por otro. Y así mismo, ha resultado especialmente ponderado su análisis de, la que él denominó, *Falla del Majaceite* que, de Norte a Sur, atraviesa y divide la provincia de Cádiz en dos zonas. Una *falla* que, en última instancia, explica *las diferencias paleogeográficas, litológicas y estructurales, existentes entre la mitad occidental y la oriental*. Las críticas no le han faltado a su concepción autoctonista de la estructura geológica de la región, pues consideraba que las complicaciones tectónicas o estratigráficas eran la consecuencia de una serie de sucesivas fases de plegamiento [GUTIÉRREZ MAS, 1991, pp. 24-25].

A pesar de que Juan Gavala publicó en 1924 la hoja y memoria del mapa geológico de la provincia de Cádiz, no sería hasta 1927, en el marco del *XI Congreso Hispano-Luso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, celebrado en Cádiz, en el que expuso su hipótesis sobre el Origen y Evolución de la Bahía de Cádiz.

Cuando el IGME edita la 2.ª Serie del Mapa Geológico de España (Plan MAGNA) a escala 1:50.000, en 1987 elogian la realizada por Gavala en 1959, la cual abundaba en las ya realizadas por él en 1924, a escalas 1:100.000 y 1:200.000. Lo mencionan expresamente como el principal antecedente bibliográfico, afirmando que su cartografía era de un gran mérito para la época teniendo en cuenta la falta de recursos

aéreos. La única objeción que nos encontramos aquí volverá a ser la concepción autoctonista que Gavala tenía sobre las cordilleras béticas, y cuya aloctonía se ha demostrado posteriormente. La cartografía seguía siendo válida.

ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LAS REGIONES PETROLÍFERAS DE ANDALUCÍA

El 28 junio de 1927 se promulgó el real Decreto-Ley de la creación del Monopolio de Petróleos en España, cuyas funciones serían las de la importación de crudos y productos petrolíferos, el refinado de productos petrolíferos, el almacenamiento de crudo y productos petrolíferos, la distribución de productos petrolíferos, la venta al por menor de productos petrolíferos y la exploración y producción de hidrocarburos en España. El 17 de octubre de 1927, en otro Real Decreto, se reconoce a CAMPSA (Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S.A.) como ganadora del concurso para la administración del Monopolio por un período de 20 años. CAMPSA era una sociedad anónima cuyos socios son los principales bancos españoles. Según lo estipulado en el Real Decreto-Ley de 28 de junio de 1927 se reserva al Estado una participación del 30% en la sociedad. En definitiva, en el régimen de monopolio se establece un sistema de concesiones del Estado para las actividades de Exploración, Producción, Refinado y Venta al por menor a través de estaciones de servicio, mientras que las actividades de Importación y Transporte de productos petrolíferos las realiza el Estado exclusivamente a través de CAMPSA. Asimismo, se establece un sistema de precios fijos, establecidos por el Estado a través de CAMPSA, para todos los productos petrolíferos. El 26 de septiembre de 1929 se constituye la Compañía Española de Petróleos, S.A., CEPSA, bajo la forma jurídica de Sociedad Anónima, surgiendo así la primera gran empresa privada, de capital y gestión netamente españoles, dedicada a la prospección, explotación, destilación y transporte de petróleo y sus derivados.

Desde que en 1859, el Coronel Drake, utilizando un sistema similar al seguido en la extracción en los pozos de agua, extrajera petróleo a 21 metros de profundidad al sur del lago Erie, cerca de Titusville, en el estado de Pennsylvania (USA), el sector petrolífero se ha convertido en el campo de aplicación geofísica más importante. Pero era un sector netamente oligopolista, lo que explica que la importación, distribución de carburantes, o destilación y refinado de lubricantes fuese acometido por filiales de multinacionales petrolíferas o por sociedades mixtas, constituidas con capital extranjero. Alguna como la Standar Oil que operaba a través de Compraflet y de Industrial Babel y Nervión, importó desde su sede en Nueva Jersey todo el proceso que incluía hasta el último escalón, la venta al consumidor.

El interés de Gavala por las prospecciones petrolíferas tiene su origen en el viaje que realizó a Rumanía en 1910, junto a su compañero de promoción Adriano García-Laygorri, al que fueron comisionados por el IGE para conocer los campos petrolíferos de ese país, que en aquel momento estaba en pleno desarrollo.

Pocos años después, Juan Gavala publica su primer trabajo dedicado al estudio de las *Regiones petrolíferas de Andalucía* y publicado en El Boletín del Instituto Geológico [Gavala, 1916, pp. 33-61]. Esta publicación coincide en el tiempo con la estrecha colaboración que el IGE prestó a empresas privadas que realizaron prospecciones petrolíferas por la geografía española desde 1910. Todas estas demarcaciones petrolíferas se realizaron de acuerdo con la Ley de Minas de marzo de 1868, y, en pocos años, se realizaron los registros de los diferentes indicios de hidrocarburos existentes en suelo español, como los afloramientos de asfaltos o los escapes de gas. Hasta el año 1941 se contabilizaron unos 18 sondeos diferentes, en su mayoría próximos a indicios en superficie.

El número de empresas que se dedicaron a la búsqueda de recursos petrolíferos fue muy reducido. En 1910 nos encontramos con la primera empresa que lleva a cabo prospecciones en la provincia de Sevilla, la Petrolífera de Pambanco, pero apenas llega a los 300 metros de profundidad. La capacidad española para llevar a cabo trabajos de geofísica industrial son muy limitados frente a las potencias europeas del momento: Alemania, Francia o Inglaterra. De hecho, entre 1920 y 1928, sólo se realizaron siete sondeos en España, de los cuales cinco estaban mal situados y sólo dos, los realizados en Cubillo y Gastiain, fueron científicamente bien emplazados. Estos escasos datos no coincidían con los que se empezaban a dar en la demanda del petróleo para uso energético, se pasó del 1% en 1920 al 8% en 1935.

El propio Gavala recogía en su texto de 1916 que los hallazgos de petróleo en algunas regiones andaluzas tenían ya algún tiempo. Nos dice concretamente que el descubrimiento de petróleo en la provincia de Cádiz se remonta a 1894, cuando se notó,

... por primera vez, su presencia en el agua que manaba de los pozos y galerías abiertas en Conil para la explotación de un criadero de azufre de escaso valor industrial pero muy conocido en el mundo científico por las magníficas cristalizaciones que en él se encontraron y que figuran en las colecciones mineralógicas más importantes de Europa.

Más adelante [GAVALA, 1916, pp. 33-34] nos sigue diciendo que,

en el año 1895 se encontró también petróleo en Jerez de la Frontera, en el balneario de San Telmo, durante los trabajos de perforación de un pozo en que se recoge el agua sulfurosa utilizada como medicinal.

En 1904, la compañía explotadora de los azufres de Arcos ejecutó un crecido número de sondeos para el reconocimiento del criadero en profundidad, que pusieron de manifiesto la existencia de calizas impregnadas de petróleo y dieron origen a desprendimientos de gases combustibles.

En 1906 se encontró en Villamartín,... en 1908 en las salinillas del cortijo de Santo Domingo, en Jerez, y, por último, en 1909, en Lebrija, en las marismas del Guadalquivir.

La aparición de fenómenos localizados no es cuestionada por Gavala. Sin embargo, en su estudio cuestionará algunos trabajos, por ejemplo los realizados por el propietario de minas Sr. Sanz referido principalmente a la zona de Villamartín (Cádiz), o los

informes de los ingenieros de minas T.R. Marshall, Gillman o Petit que, a partir de estos indicios, auguraban importantes bolsas en la región. En su informe deja claro que las probabilidades de hallar depósitos explotables son muy escasas por estar muy roto el triás superior, nivel que consideraba yacimiento primario de dichas sustancias, aconsejando sondeos en los puntos menos desfavorables [GAVALA, 1916]. Las críticas que vierte sobre estos estudios se centran principalmente en dar por válidos algunos supuestos provenientes de los estudios de Macpherson, que Gavala critica, y que se repiten en esos informes mencionados. Los estudios geológicos respecto a la determinación de la edad de los terrenos que forman el subsuelo son clasificados por Gavala como completamente inexactos. Otro de los errores proviene de la no realización de un análisis adecuado de los terrenos para poder diferenciar los depósitos arcillosos de los niveles del Terciario y del Cuaternario, y que sólo el análisis químico o microscópico podría ayudar a diferenciar.

Este texto de 1916 no trata de ser concluyente, pero tras analizar los informes emitidos con anterioridad, ofrece el estudio del subsuelo relativo a la provincia de Cádiz y de Sevilla implicados en las emanaciones de petróleo, y cuyos indicios iniciales llevó a diversas compañías a realizar dichos estudios para una posible explotación. Ese estudio detallado no descarta que no haya cantidades suficientes para una posible explotación, pero se muestra cauto ante la posibilidad de grandes yacimientos. En 1925, los ingenieros de minas Enrique Dupuy de Lôme y Pedro de Novo, que habían estado comisionados en Estados Unidos para conocer los procesos de localización y explotación de petróleos, ratificaron en un informe los estudios realizados por Gavala [DUPUY DE LÔME & NOVO, 1925, pp. 23-45].

Gavala fue uno de los precursores de la actividad petrolera en España, primero en sus estudios realizados en diferentes lugares de la provincia de Cádiz y, posteriormente, desde los puestos de responsabilidad que ocupó, como la Dirección general de Minas y la de la E.N. Adaro y, especialmente, desde la Presidencia y Dirección de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas Valdebro [ANDUAGA EGAÑA, 2009, p. 318].

ESTUDIOS SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Inmerso en este periodo en los estudios de los terrenos propicios para encontrar petróleo en la provincia de Cádiz, concretamente participando en sondeos en Villamartín, el 7 de marzo de 1917, tras unas lluvias torrenciales que sufrió la provincia, el puente-sifón del Guadalete, la parte más delicada del acueducto del Tempul a través del cual se suministraba el agua a la localidad de Jerez de la Frontera, fue arrasado por una tremenda riada. Algunas fuentes señalan que la lluvia caía desde las 4 de la tarde del 5 de marzo hasta las 4 de la madrugada del día 7 de marzo de 1917 fue de 289 litros por m² en la Sierra de Grazalema. Sierra abajo, el río Guadalete fue provocando desastres, pero el más importante fue la destrucción del mencionado

puede-sifón del Guadalete que dejaba a Jerez sin suministro de agua potable. A partir de ese momento, sólo disponían de los viejos pozos de casas y bodegas, insuficientes a todas luces para una población tan importante. Se hacía imprescindible una solución inmediata, y después de descartar soluciones de media o larga duración, se aprobó la propuesta de Juan Gavala que consistía en aprovechar un vado del río Guadalete, aguas abajo de donde se había producido la rotura, con la utilización de tuberías de acero Mannesmann, que el Instituto Geológico de España estaba utilizando en los sondeos petrolíferos en Villamartín. En menos de 20 días se restablecía el suministro de agua a Jerez, después de casi 55 días sin suministro⁴. Juan Gavala fue nombrado hijo adoptivo de Jerez de la Frontera y la hasta entonces calle Naranjas, que aparecía en los censos al menos desde 1589, recibiría el nombre de calle Juan Gavala. En 1979, tal vez porque no recordaban la tragedia ocurrida hacía más de 60 años, volvía a recuperar el nombre de Naranjas.

Aunque los trabajos de campo de Gavala se extendieron por una gran parte de la geografía española, peninsular e insular, su mayor dedicación se produjo en Andalucía, y dentro de ésta a la provincia de Cádiz. En 1918 publicó uno de los estudios más pormenorizados sobre *La descripción geográfica y geológica de la serranía de Grazalema en la provincia de Cádiz*⁵. Un trabajo que aborda cuestiones geográficas, geológicas e hidrológicas, y que se convertirá en una referencia obligada para la comprensión de ese espacio. Podríamos destacar la coincidencia por este espacio con José Macpherson, a quien Gavala criticará por los errores que éste cometió en su estudio de 1873.

El núcleo fundamental de su estudio es, sin duda, el análisis geológico y, por tanto, el más elaborado. Su análisis ha servido de base a otros estudios posteriores, y no sólo desde el punto de vista geológico sino también desde el geográfico. Las aportaciones geológicas más valiosas de Juan Gavala giran en torno a la datación de los materiales margoyesíferos del Triásico [GAVALA, 1918b, p. 5]. El texto, además, incorpora un apéndice fotográfico y otro cartográfico. En éste nos presenta el Mapa de la Serranía de Grazalema, el Mapa Geológico de la Serranía de Grazalema y los Cortes Geológicos de la Serranía de Grazalema. A esto añadiremos que los trabajos sobre esta comarca culminarían en 1924 con la publicación del Mapa Geológico de la provincia de Cádiz a escala 1:100.000 [GAVALA, 1924].

Estos primeros trabajos le brindaron a Juan Gavala la oportunidad de recorrer la geografía andaluza y particularmente la provincia de Cádiz, a la que dedicará algunos de sus siguientes trabajos. En el año 1918 ya había publicado un informe acerca del abastecimiento de aguas en la provincia de Cádiz para las localidades de Cádiz, Puerto de Santa María, Puerto Real, San Fernando y La Carraca, cuyas necesidades se situaban en los 4.500 metros cúbicos diarios y deseaban aumentarlo a los 7 u 8.000 metros cúbicos. Este informe aporta descripciones geológicas precisas para establecer la potencial cantidad de agua de la que se podría disponer y sugiere al final del mismo las obras necesarias que deberían ejecutarse para conseguir el máximo rendi-

miento de la cuenca hidrológica subterránea de la sierra de San Cristóbal que garantizaría el suministro de agua necesario para estas localidades [GAVALA, 1918a]. La mejora del abastecimiento no podía recurrir a los manantiales más importantes de la provincia, aquellos que brotan al pie del macizo jurásico, porque en su mayor parte ya eran objeto de utilización y, porque además, estaban a unos 80 kilómetros de la bahía en línea recta.

En 1921 aparecerá un texto más preciso acerca de *Los alumbramientos de aguas subterráneas en las manchas terciarias que rodean la Bahía de Cádiz* [GAVALA, 1921]. La descripción geológica es en esta ocasión mucho más precisa que en el informe anterior, aunque los resultados que presenta en ambos casos son coincidentes. Posteriormente, en 1931, Juan Gavalá también sería el responsable del establecimiento de una zona de protección de 1.300 hectáreas para defender los alumbramientos de agua de la Sierra de San Cristóbal, que seguían abasteciendo de agua a Cádiz y al Puerto de Santa María, como queda recogido en el *Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustible* de enero de ese año⁶.

EL TÚNEL SUBMARINO BAJO EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Estos años, también unen a Gavalá con Cádiz en relación a otro gran proyecto, la construcción del túnel submarino bajo el Estrecho de Gibraltar. Francia y España mantenían una alianza estratégica por conservar el dominio colonial en el norte de África, donde su presencia era cada vez más conflictiva. En 1925, bajo la dictadura de Primo de Rivera, el proyecto de este ferrocarril recibe un nuevo impulso desde el Comité de Estudios del Ferrocarril Transahariano, con la celebración de actos en París y otras ciudades francesas hasta la declaración de la Cámara de Comercio de Toulouse de proyecto de máximo interés para Francia. En mayo de ese año, Pedro Jovenóis solicita al rey Alfonso XIII autorización para continuar los trabajos de Mariano Rubió y Bellvé quien ya en 1916 había solicitado autorización para realizar el proyecto. Jevenóis propuso dos trazados: el primero iría de Punta Paloma hasta Punta Al Boassa, y el segundo iría desde la ensenada de Punta Vaqueros al mismo lugar al este de Tánger, a Punta Al Boassa. En este proyecto la sección transversal del mismo estaría constituida por tres galerías, dos principales para la circulación de 6 metros de diámetro, separadas 60 metros, y una tercera galería menor de 3 metros de diámetro que serviría para la construcción del túnel, conducción de aguas y extracción de escombros. La longitud del túnel sería de 32 kilómetros y la pendiente no alcanzaría las 4 milésimas, se preveía además una frecuencia diaria de 20 trenes. El coste del proyecto se calculaba en torno a los 300 millones de pesetas. El 1 de enero de 1927 se presentó el proyecto al gobierno.

En abril de 1928 el gobierno nombró una comisión interministerial para estudiar este proyecto en la que además del propio Jevenóis que actuaba como secretario, participaban Luis de la Peña, director del Instituto Geológico, y Juan Gavalá, entre

otros, con el propósito de estudiar la viabilidad del proyecto. Esta primera Comisión de Estudios del Túnel Submarino del Estrecho de Gibraltar llevaría a cabo estudios geológicos de ambas orillas del estrecho costeados por el gobierno.

En 1929 se publican los informes realizados por Juan Gavala [1929, pp. 1-37] y Dupuy de Lôme [1929, pp. 38-71]. El informe de Gavala está sustentado en los trabajos ya realizados en esta provincia por él mismo, aunque fundamentalmente por el mapa geológico de la provincia de Cádiz, publicado por el Instituto Geológico de España en los años 1926 y 1927. Este informe es un análisis geológico y geográfico del entorno litoral del estrecho de Gibraltar, tanto de sus rasgos tectónicos y estratigráficos como del origen de la bahía de Algeciras. Así, nos dice que el estrecho de Gibraltar

... se debe, pues, a algo más que la rotura reciente de un débil istmo que primitivamente los uniera; es consecuencia de un fenómeno geológico de larguísima duración y cuya historia comienza, al menos, en la época remota de los plegamientos alpinos. El hundimiento del Macizo bético entre Casares y Ceuta y las violentas dislocaciones de esa dovela hundida que revela los bruscos cambios de dirección y las roturas de las capas más modernas que sobre ellas descansan, indican la primera etapa de la obra de la Naturaleza que había de dar por resultado la separación de los dos continentes [GAVALA, 1929, pp. 16-17].

Más adelante sigue centrándose en la apertura definitiva del Estrecho, diciendo:

Las vicisitudes por que ha pasado el estrecho desde su apertura en los comienzos de la época pliocena o fines de la miocena hasta nuestros días no ofrecen ya tanto interés desde el punto de vista tectónico, y están íntimamente relacionadas con los movimientos de las fosas mediterráneas, algunos de época relativamente reciente. Parece indudable, por ejemplo, que después de un movimiento de regresión marina, durante el cual quedaron emergidos los depósitos del Plioceno medio, con posible obstrucción del estrecho, se volviera a abrir y a anchar el paso entre los mares, y nuevamente se depositaron sedimentos arenosos en su fondo [GAVALA, 1929, pp. 26-27].

Por lo que afecta al relieve submarino del estrecho, la gran profundidad de su canal es consecuencia indudable de la formación de las fosas mediterráneas, y se debe, por tanto, única y exclusivamente, a fenómenos de erosión marina, principalmente de las corrientes iniciales que hubieron de establecerse al producirse los hundimientos mediterráneos [GAVALA, 1929, p. 27].

Tras el análisis geológico de la parte española y del estrecho, Gavala considera que la ayuda que el análisis geológico aporta a la resolución de los problemas que se plantean en el proyecto del Túnel bajo el Estrecho de Gibraltar es muy limitada. Dice:

Se circunscribiría a anunciar la probabilidad de que se encuentre el triásico en el subsuelo de las fajas costeras a menor profundidad que la del fondo del canal y a proponer los medios de comprobar si efectivamente aflora ese terreno en los taludes submarinos, circunstancia que revestiría tal gravedad que probablemente obligaría al abandono del proyecto [GAVALA, 1929, p. 32].

Para que el proyecto fuera viable requeriría la construcción del túnel a una profundidad de entre 200 y 300 metros, según los puntos, en rocas triásicas. Sin embargo, el informe de Gavala acerca de este proyecto sólo trasmite incertidumbre, la que provoca que estemos en una zona del globo terráqueo que no presenta regularidad y continuidad de las formaciones geológicas y que impide plantear una hipótesis

consistente. Para Gavala, el tramo de una orilla a la otra nos hace navegar sobre fondos cuya estructura ignoramos en absoluto.

El informe de Dupuy de Lôme es complementario al de Gavala, y trata de los rasgos estratigráficos y tectónicos de la península de Yabala; aspectos topográficos y naturaleza geológica de las tres fajas que la constituyen; sistemas de fallas; líneas de directrices de los plegamientos de las capas oligocenas; corrimiento de los terrenos jurásicos, depósitos pliocenas, etc. Al final de la memoria hace observaciones diversas sobre la ubicación de la boca del túnel y emplazamiento de un sondeo de exploración. Dice:

En resumen, la zona objeto de nuestro examen, queda limitada al espacio de costa comprendido entre punta Altares y la ensenada situada al oeste de Sidi Zahara [DUPUY DE LÔME, 1929, p.67].

Hasta el año 1932 se realizaron estudios teóricos y prácticos sobre el terreno que incluyeron explosiones submarinas necesarias para la realización del proyecto. Una vez más, un cambio de régimen político, en este caso la proclamación de la Segunda República en 1931, desbarató el proyecto y poco a poco se fue diluyendo, aunque se retomaría en diferentes momentos a finales del siglo XX, en 1972, o en 1980, en esta ocasión con la creación de una comisión mixta española-marroquí, creándose las sociedades estatales respectivas para la realización de un proyecto definitivo.

CONCLUSIONES

Juan Gavala y Laborde fue un ingeniero de minas que desde el Instituto Geológico Minero tuvo una actividad muy importante en la primera mitad del siglo XX.

Las actividades de Gavala se centraron, en su juventud, principalmente en los estudios geológicos. Este se centró fundamentalmente en el área bética, una región que orogénicamente es muy complicada y cuya estructura geológica no había sido suficientemente estudiada y que, como hemos puesto de relieve, los trabajos de Gavala han sido el sustrato sobre el que se realizan los estudios actuales de esta región. Realizó un excelente mapa estratigráfico de la zona, que no existía, y publicó en su juventud el Mapa de las provincias de Sevilla y Cádiz a escala 1:100.000. Podemos considerarlo de espíritu independiente y concienzudo, y criticará a Macpherson por pasar por alto detalles importantes.

Posteriormente, del conjunto de su obra hemos recogido algunos de sus trabajos referidos tanto a los estudios acerca de la posibilidad de petróleo en el subsuelo andaluz, como al del abastecimiento de agua; se ha mencionado también su participación en el ambicioso proyecto del túnel bajo el estrecho de Gibraltar. Estas líneas no agotan todo su trabajo, también están sus investigaciones sobre minerales, aunque son de menor importancia. El conjunto de su obra está determinado por sus excelentes estudios geológicos de la provincia de Cádiz, cuyos resultados más destacados son sus mapas geológicos escala 1:50.000. El conocimiento detallado de la

orografía y del subsuelo le permitió continuar con las aplicaciones que hemos mencionado sobre el petróleo, el agua o la viabilidad del túnel.

De los trabajos teóricos que Juan Gavala realiza en esos años pasa posteriormente a implicarse en actividades empresariales estatales. El 31 de julio de 1942 se constituyó la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras siendo la primera empresa que creara el INI [LÓPEZ RUBIO, 1982], abarcando todas las actividades mineras, desde la investigación geológica hasta la explotación minera propiamente dicha. Gavala, junto a Martín y Bertrán de Lis, fueron los responsables de la creación de esta empresa, que supuso un cambio radical en el modo de entender las actividades mineras y las prospectivas de los nuevos recursos mineros, energéticos, industriales y metálicos. Posteriormente, ADARO fue abandonando sus funciones iniciales y se transformó en una empresa de servicios de investigación, tecnología e ingeniería de minas, cuyos contratistas principales serían la Dirección General de minas, el IGME y el INI (y sus empresas). Hacia 1955, Juan Gavala era gerente de Adaro y, más tarde, también sería presidente de FODINA, una sociedad que escondía en realidad la oficina de ventas de los productos alemanes de potasas [GÓMEZ MENDOZA, 1994].

Su implicación en el mundo empresarial le alejó de los trabajos de campo que había realizado hasta entonces, pero eso no impidió que sus esfuerzos fueran reconocidos. Fueron muchos los méritos acumulados por Juan Gavala a lo largo de su vida y también muchos los reconocimientos que tuvo. En los años 1954 y 1955 fue director del IGME, en 1959 ingreso en la Real Academia de Ciencias con un discurso sobre *El anclaje de las masas continentales*, siendo contestado por Agustín Marín y Bertrán de Lis. En 1968 sería el encargado de leer el discurso de apertura del Curso Académico que versó sobre *La Geología gran impulsora del progreso*. Un edificio de la empresa ADARO recibió el nombre de Centro de Investigación Juan Gavala. Recibió también las grandes Cruces de Mérito Civil, de Alfonso X el Sabio, de la Orden de Carlos III y del Mérito Agrícola.

El recorrido por la obra y el trabajo de Gavala nos ha puesto en contacto con el humanista, el intelectual y el empresario. Una figura poliédrica que se manifestó en cada uno de sus proyectos, donde destacan la honradez intelectual y la frescura que impregnó de originalidad cada empresa que acometió.

ANEXO: OBRAS DE JUAN GAVALA Y LABORDE

- (1916) «Regiones petrolíferas de Andalucía». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXVII, 27-211.
- (1916) «Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos)». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXVII, 265-273.
- CHOFFAT, P. (1916) «Investigaciones de petróleo en la Extremadura portuguesa». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXVII [Traducción de D. Juan Gavala].

- (1918) «Informe del Instituto Geológico sobre el abastecimiento de aguas en la Provincia de Cádiz». *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, II(8), 13-27.
- (1918) «Descripción Geográfica y Geológica de la Serranía de Grazalema». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXIX, 1-143 [Nueva ed. 2012 con estudio introductorio de E. Martín, C. Martín y L. Lagóstena, Madrid, IGME].
- GAVALA, J. y RUBIO, J.M. (1918) «Yacimientos de molibdeno en las provincias de Granada y Almería». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXIX, 165-193.
- (1921) «Nota acerca de los yacimientos de lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel)». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLII, 263-302.
- (1921) «Los alumbramientos de aguas subterráneas en las manchas terciarias que rodean la Bahía de Cádiz». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLII, 333-368.
- (1924) «Saltos de Urroz.-Informe acerca de los embalses proyectados en la Regata Leutza». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLV, 263-284.
- (1924) «Pantano de Lerate.-Informe acerca de las condiciones impermeabilidad del vaso». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLV, 285-302.
- (1924) *Mapa geológico de la provincia de Cádiz a escala 1:100.000*. Madrid, Instituto Geológico Minero Español.
- (1924) *Mapa geológico de la provincia de Cádiz, escala 1:200.000*. Madrid, Instituto Geológico Minero Español.
- GAVALA, J. y MILANS DEL BOCH, J. (1924) «Informe sobre el abastecimiento de aguas de la ciudad de Sevilla». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLV, 341-397.
- GAVALA, J.; MILANS DEL BOSCH, J. y VALLE, A. DEL (1926) *Excursión A-1. Estrecho de Gibraltar, Jerez, Tarifa, Algeciras y Norte de Marruecos. Guía geológica*. Madrid, Instituto Geológico Minero Español.
- (1927) «Mapa geológico de España. Memoria correspondiente a la Hoja de Cantillana». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLIX, 1-80.
- (1927) «Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLIX, 217-245.
- GAVALA, J.; MILANS DEL BOSCH, J. y RUBIO, E. (1929) «Memoria explicativa de la hoja de Villanueva de Córdoba». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*.
- (1929) «La geología del Estrecho de Gibraltar». *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, LI, 3-35.
- GAVALA, J. y GODET, E. (1930) «Aprovechamiento de aguas en las Islas Canarias». *Boletín Instituto Geológico y Minero de España*, LII, 1-103.
- GAVALA, J.; MILANS DEL BOSCH, J.; RUBIO, E. y CARBONELL, A. (1931) *Memoria explicativa de la hoja de Venta de Cardeña del Mapa Geológico y Minero de España. Escala 1: 50.000*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.
- GAVALA, J.; MILANS DEL BOSCH, J. y RUBIO, E. (1934) *Memoria explicativa de la Hoja 1.072 (Estepona) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.
- (1936) *Memoria explicativa de la Hoja n.º 1017 (El Asperillo) del Mapa Geológico y Minero de España. Escala 1: 50.000*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.
- (1946) «Criaderos minerales de tipo filoniaco. Su origen y modo de formarse». *Notas y comunicaciones del IGME*, XV, 3-57.
- (1946) «Una nueva especie de Fasciolaria». *Notas y comunicaciones del IGME*, XVI, 55-57.

- (1949) *Memoria explicativa de la hoja de El Rocío del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.
- (1952) «Memoria explicativa de la hoja de Palacio de Doñana». *Notas y Comunicaciones del IGME, XXVI*, 171-177.
- (1952) «Nota sobre los criaderos de hierro del Sáhara español». *Notas y Comunicaciones del IGME, XXVII*, 3-61.
- (1953) «Los filones argentíferos de Hiendelaencina». *Boletín Instituto Geológico y Minero de España, LXV*, 247-270.
- (1955) *Mapa geológico de España en cuatro hojas, a escala 1:1.000.000*. 4.ª ed., Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.
- GAVALA, J. y RÍOS, J.M. (1955) «Actividades de la Empresa Nacional Adaro y de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas Valdebro en la investigación de hidrocarburos». *Notas y comunicaciones del IGME, XXXVIII*, 121-170.
- (1959) Explicación de la hoja n.º 1061(Cádiz) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000.». *Instituto Geológico y Minero de España*.
- (1959) *La geología de la costa y Bahía de Cádiz y el poema «Oda Marítima» de Avieno*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España [Reed. facsímil Diputación de Cádiz, 1992].
- (1960) *El anclaje de las masas continentales. Discurso leído en el acto de su recepción por el Excmo. Sr. D. Juan Gavala y Laborde y Contestación del Excmo. Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis el día 27 de enero de 1960*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- (1961) «La falla del Guadalquivir». *RACEF, LV(1)*, 141-143.
- (1964) «Revisión de las especies de moluscos figuradas por Thomas Martyn en su obra ‘The Universal Conchologist’». *RACEF, LVIII(3)*, 281-385.
- (1965) «El sondeo de Tiernes. Espesor del Terciario lacustre en la cuenca del Tajo». *RACEF, LXI(3)*, 519-522.
- (1966) *Evaluación de la validez de los fundamentos, métodos y logros de las Ciencias Geológicas, en sí mismos y en comparación con los usos de las restantes Ciencias Naturales. Discurso leído en el acto de recepción como académico en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 30 de noviembre de 1966*. Contestación al discurso de José María Ríos y García. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 107-135.
- (1968) *La Geología, gran impulsora del progreso*. Discurso Inaugural del Año Académico 1968-1969. Leído el 20 de noviembre de 1968. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- (1971) *El origen de las islas gaditanas*. Conferencia pronunciada en la Sesión solemne celebrada por el Instituto de Estudios Gaditanos el 4 de Diciembre. «Argantonio», 2. Cádiz, Instituto de Estudios Gaditanos, Diputación Provincial de Cádiz.
- (1992) *La Geología de la Costa y Bahía de Cádiz y el poema «Ora Marítima» de Avieno* [Reed. facsímil de la Diputación Provincial de Cádiz].

NOTAS

- Desde la publicación de la *Ora Marítima*, en 1959, se convierte en recurrente la edición de Gavala para las investigaciones históricas del mediodía peninsular. Su interés por la historia ya se había manifestado en otros textos anteriores como *Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos*, de 1927.

2. Se utiliza esta denominación, actualmente en desuso, por razones historiográficas.
3. «Regiones petrolíferas de Andalucía» *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXVII (1916). «Yacimientos de molibdeno en las provincias de Granada y Almería» (en colaboración con José María Rubio), *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXIX (1918). «Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema en la provincia de Cádiz», *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XXXIX (1918). «Los alumbramientos de aguas subterráneas en las manchas terciarias que rodean la Bahía de Cádiz», *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLII (1921). «Informe sobre el abastecimiento de aguas de la ciudad de Sevilla» (en colaboración con Jaime Milans del Boch), *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLV (1924). «Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos», *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, XLIX (1927). «La geología en El Estrecho de Gibraltar», *Boletín Instituto Geológico Minero Español*, LI (1929).
4. Agustín Marín Bertrán de Lis en su discurso de contestación al pronunciado por Juan Gavala para su ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, el 27 de enero de 1960, recuerda este hecho y que el compromiso de Gavala fue que en 20 días podría solucionar el problema del abastecimiento de agua a Jerez, los días que faltaban para la Feria [1960, pp. 54-55].
5. En 2012, en colaboración con el IGME, los profesores Emilio Martín, Lázaro Lagóstena y yo mismo, llevamos a cabo la reedición de este magnífico texto de Juan Gavala y Laborde.
6. En el *Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustible* de 1931 [Año XV, n.º 169, pp. 603-605] aparece la orden firmada por el Director de Minas y Combustibles, D. Álvaro de Albornoz, concediendo la protección a los alumbramientos de agua de la Sierra de San Cristóbal a propuesta de Juan Gavala.

BIBLIOGRAFÍA

- AYALA-CARCEDO, F.J.; PEREJÓN, A.; PUCHE, O. y JORDA, L. (2005) «El XIV Congreso Geológico Internacional de 1926 en España». *Boletín Geológico y Minero*, 116(2), 173-184.
- ANDUAGA EGAÑA, A. (2009) *Geofísica, economía y sociedad en la España Contemporánea*. Madrid, CSIC.
- BARRERA, J.L. (2002) «Biografía de José Macpherson y Hemas (1839-1902)». *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 45-46(2.ª época), 47-78.
- BLÁZQUEZ DÍAZ, A. (1992) «La contribución geológica del naturalismo: Los trabajos del Mapa Geológico Nacional». En: J. Gómez Mendoza, N. Ortega Cantero (dir.) *Naturalismo y geografía en España: Desde mediados del siglo XIX hasta la Guerra Civil*. Madrid, Fundación Banco Exterior (Colección Investigaciones), 79-134.
- DOMÍNGUEZ-BELLA, S. (2008) «Geología en el entorno de la ciudad de Cádiz». *RAMPAS*, 10, 117-130.
- DUPUY DE LÔME, E. (1929) «La geología de la orilla africana del estrecho de Gibraltar». *Boletín del Instituto geológico y Minero*, LI, 37-69.
- DUPUY DE LÔME, E. y NOVO, P. DE (1925) «Datos para la investigación del petróleo en España». *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, IX(92), 23-45.
- FROCHOSO SÁNCHEZ, M. y SIERRA ÁLVAREZ, J. (2004) «La construcción de los mapas geológicos españoles del siglo XIX: Observación, conceptualización y representación». *Ería*, 64-65, 221-259.
- GARCÍA-LOYGORRI, A. (1991) «Semblanza de un ingeniero y científico andaluz: Don Juan Gavala y Laborde». *Industria Minera*, 306, 37-44.
- GAVALA Y LABORDE, J. (1916) «Regiones petrolíferas de Andalucía. Instituto geológico de España». *Boletín del Instituto Geológico de España*, XVII, 27-214.
- GAVALA Y LABORDE, J. (1918a) «Informe del Instituto Geológico sobre el abastecimiento de aguas en la Provincia de Cádiz». *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, II(8), 13-27.

- GAVALA Y LABORDE, J. (1918b) «Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema en la provincia de Cádiz». *Boletín del Instituto Geológico de España, XXXIX*, 1-143 [Nueva edición en 2012 con estudio introductorio por E. Martín, C. Martín y L. Lagóstena, Madrid, IGME].
- GAVALA Y LABORDE, J. (1921) «Los alumbramientos de aguas subterráneas en las manchas terciarias que rodean la Bahía de Cádiz». *Boletín del Instituto Geológico de España, XLII*, 335-367.
- GAVALA Y LABORDE, J. (1924) *Mapa Geológico de la Provincia de Cádiz a escala 1:100.000*. Madrid. Instituto Geológico de España.
- GAVALA Y LABORDE, J. (1929) «La geología del Estrecho de Gibraltar». *Boletín del Instituto Geológico y Minero, LI*, 3-35.
- GAVALA Y LABORDE, J. (1959) *La Geología de la Costa y Bahía de Cádiz y el poema «Ora Maritima» de Avieno*. Madrid [Reed. Diputación Provincial de Cádiz, 1992].
- GÓMEZ MENDOZA, A. (1994) «La cara oculta de la actuación del INI en la minería: piritas y potasas (1941/1963)». En: *Minería española*, nuevas aportaciones, n.º 16.
- GUTIÉRREZ MAS, J. M.; MARTÍN ALGARRA, A.; DOMÍNGUEZ BELLA, S. y MORAL CARDONA, J.P. (1991) *Introducción a la Geología de la provincia de Cádiz*. Cádiz, Universidad.
- HUERGA RODRÍGUEZ, A. (ed.) (2000) *Ciento cincuenta años. Estudios e investigación en las Ciencias de la Tierra*. Madrid, Instituto Geominero de España.
- LAGÓSTENA BARRIO, L.G. (2012) «Juan Gavalá: una percepción geológica de la antigüedad hispana». En: J. Gavalá y Laborde. *Descripción Geográfica y Geológica de la Serranía de Grazalema*. Madrid, IGME, 41-50.
- LÓPEZ RUBIO, J. (1982) «La minería en el contexto de la economía española: su importancia actual». *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, 9-10, 61-119.
- MARÍN Y BERTRÁN DE LIS, A. (1960) *Contestación al discurso de D. Juan Gavalá y Laborde. El anclaje de las masas continentales. Discurso leído en el acto de su recepción por el Excmo. Sr. D. Juan Gavalá y Laborde y Contestación del Excmo. Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis el día 27 de enero de 1960*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- MARTÍN FERNÁNDEZ, C. (2012) «Juan Gavalá: entre la geología del siglo XIX y el XX». En: J. Gavalá y Laborde. *Descripción Geográfica y Geológica de la Serranía de Grazalema*. Madrid, IGME, 9-22.
- MARTÍN GUTIÉRREZ, E.; MARTÍN FERNÁNDEZ, C. y LAGÓSTENA BARRIOS, L. (2012) «La descripción geográfica y geológica de la serranía de Grazalema en la provincia de Cádiz. Juan Gavalá y el interés por el estudio de las montañas». En: López Geta, J. A.; Ramos González, G.; Fernández Rubio, R.; Lorca Fernández, D. (2012) *El agua en Andalucía. Retos y avances en el inicio del milenio*. Madrid, IGME, 1737-1749.
- ORUETA GONZÁLEZ, M. y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A. (2002) *Macpherson y los Orueta. La moderna geología española se forjó en Ronda*. Ronda, Arunda Libris.
- PEREJÓN, A. (2009) «Don José Macpherson y Hemas (1839-1902), un científico y tres Instituciones: Sociedad Española de Historia Natural, Institución Libre de Enseñanza y Sociedad Geográfica de Madrid». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, 103(1-4), 81-95.
- RABANO, I.; BAEZA, E.; LOZANO, R.P. y CARROZA J.A. (2007) «Microfotografías de Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) en los fondos históricos del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid)». *Boletín Geológico y Minero*, 118(4), 827-846.

- REIG, F. (1959) «La estructura del estrecho de Gibraltar y la posibilidad de las obras del cruce del mismo». *Revista de Obras Públicas, Año CVI*(n.º 2922), 589-620.
- RÍOS, J.M. (1978) «In Memoriam: Juan Gavala y Laborde». *RACEFN, LXXII*(1), 11-14.
- SUÁREZ JAPÓN, J.M. (1982) *El hábitat rural en la Sierra de Cádiz. Un ensayo de Geografía de poblamiento*. Cádiz, Diputación.
- VARGAS, E.; PRIETO, R.M.; OLIVÁN, A.; SIMÓ, M. y PRIETO, I. (1925) «Estudio geológico minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuaternarios, de la provincia de Huelva, relacionados con los estudios e investigaciones petrolíferas de Sevilla y Cádiz». *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia, IX*(101), 875-938.