

# EL INGENIERO PETROLERO MANUEL ÁLVAREZ JR. EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO MEXICANO DEL SIGLO XX

*Oil Engineer Manuel Álvarez Jr. in the construction of 20th century Mexican geological knowledge*

**FREDY MÉNDEZ PÉREZ**

Facultad de Historia

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**JOSÉ ALFREDO URIBE SALAS**

Facultad de Historia

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**DOI:** <https://doi.org/10.35830/dc.vi1.5>

Recibido: 14 de mayo de 2021 • Aprobado: 20 de septiembre de 2021

Cómo citar este artículo: Fredy Méndez Pérez y José Alfredo Uribe Salas, "El ingeniero petrolero Manuel Álvarez Jr. en la construcción del conocimiento geológico mexicano del siglo XX", en *Dicere*, núm. 1 (enero-junio 2022), pp. 46-70.

## RESUMEN

Manuel Álvarez Jr. (1905-1989) fue un actor clave para el progreso e institucionalización de la geología mexicana del siglo XX. Su labor profesional la desempeñó de forma paralela al proceso de industrialización que impactó en el sistema político, económico y social del México poscardenista. En este trabajo se explora su vida y su práctica científica, así como su contribución a dicha disciplina. El relato sigue la metodología de la biografía científica y se inserta en los estudios sobre historia social de la ciencia. Estudiar a Álvarez Jr. muestra que el avance de la geología mexicana no se circunscribió exclusivamente al Instituto Geológico; hubo otras instituciones y políticas públicas que ampliaron el horizonte de acción de los geólogos nacionales.

*Palabras Clave:* Manuel Álvarez Jr, Geología, práctica científica, petróleo, México

## ABSTRACT

Manuel Álvarez Jr. (1905-1989) was a key player in the progress and institutionalization of 20th century Mexican geology. His professional work was carried out in parallel with the industrialization process with an impact on the political, economic and social system of postcardenism Mexico. This paper explores his life and scientific practice, as well as his contribution to that discipline. The story follows the methodology of a scientific biography and is inserted in the studies on the social history of science. Studying Álvarez Jr. shows that the advance of Mexican geology was not confined exclusively to the Geological Institute; there were other institutions and public policies that broadened the horizon of action of national geologists.

*Key words:* Manuel Álvarez Jr, Geology, scientific practice, petroleum, Mexico

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales referencias históricas para estudiar el progreso de la geología mexicana durante el siglo XX es el Instituto de Geología. Esta institución, fundada a finales del siglo XIX, fue llamada a constituirse como el crisol que concentró en su interior a los más importantes estudiosos y constructores de la geología nacional. Fue al abrigo de ella en que hombres de ciencia como Antonio del Castillo, José G. Aguilera, Ezequiel Ordóñez, Juan D. Villarello, Teodoro Flores, Emil Böse, entre otros, encontraron la cúspide de sus carreras profesionales. Y fueron partícipes directos de la construcción de las bases epistemológicas del conocimiento geológico mexicano. No por nada, la generación de la que emanaron ha sido llamada la "época heroica de la geología mexicana".<sup>1</sup>

Ahora bien, una mirada histórica un poco más detallada nos revela que de forma paralela al Instituto de Geología se desarrollaron otros ambientes intelectuales que fueron trascendentes para la generación de conocimientos científicos del subsuelo. Entre 1940 y 1970 el aumento de la actividad industrial con impacto directo en la economía, el sistema político y la sociedad, fue determinante para que el profesional de la geología suministrara su conocimiento científico y técnico para el desarrollo nacional.<sup>2</sup> La industrialización y modernización del país focalizó la participación del ingeniero geólogo en las actividades exploratorias que eran columna vertebral de las industrias petrolera y minera. De estas industrias se esperaba que proveyeran de los recursos naturales no renovables necesarios para transformarlos en materias primas y solventar con ello la demanda de la población.<sup>3</sup>

No obstante, es de llamar la atención que la historiografía sobre la historia social de la ciencia y la tecnología en México haya prestado aún poca atención a la trayectoria y desempeño profesional de los hombres de ciencia que participaron en el proceso de industrialización de mediados del siglo XX.<sup>4</sup> Por ello cobra relevancia el presentar un estudio sobre la vida y quehacer profesional de Ing. petrolero Manuel Álvarez Jr., un actor clave para el progreso e institucionalización de la geología mexicana

de la centuria pasada. Asimismo, este trabajo parte de la biografía científica como enfoque metodológico. Además de constituir "preciosos puntos de partida para estudios más vastos de tipos diferentes",<sup>5</sup> el enfoque biográfico permite ubicar en la trama histórica universal al hombre de ciencia y reubicar su obra científica en el centro de su vida y profesión, sin pasar por alto la atmósfera científica, social e ideológica de su época.<sup>6</sup>

El ingeniero Manuel Álvarez Jr. destacó por su importante participación en las actividades exploratorias de yacimientos petrolíferos y minerales que eran esenciales para una economía sustentada en la industrialización por sustitución de importaciones.<sup>7</sup> En este sentido, las industrias petrolera y minera jugaron un papel determinante para proveer las materias primas requeridas por los diferentes sectores industriales y con ello impulsar su crecimiento. En 1938, tras la nacionalización de la industria petrolera y la creación de Petróleos Mexicanos, formó parte del equipo de ingenieros que

<sup>1</sup> De Cserna, "La evolución de la geología", pp. 13-17; Álvarez Jr., "Teodoro Flores Reyes", p. 87.

<sup>2</sup> Bárcena, "Pactos sociales", p. 290.

<sup>3</sup> Terrones Benitez, "El significado del geólogo", p. 89.

<sup>4</sup> Existen importantes investigaciones para el caso del siglo XIX e inicios del XX. Véanse: Morelos Rodríguez, *Antonio del Castillo*; Morelos Rodríguez, *Ciencia, Estado y científicos*; Morelos Rodríguez, *Historia de las ciencias geológicas*; Uribe Salas y Cortés Zavala, "Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera"; Uribe Salas, "Labor de Andrés Manuel del Río".

<sup>5</sup> Taton, "Las biografías científicas", p. 78.

<sup>6</sup> Taton, "Las biografías científicas", pp. 73-77.

<sup>7</sup> La industrialización por sustitución de importaciones fue un modelo económico que surgió a mediados de los años cuarenta como una estrategia para el desarrollo de los países latinoamericanos.

reorganizaron la actividad exploratoria, mientras que con el impulso que desde mediados de 1940 se comenzó a dar al uso pacífico de la energía nuclear a nivel mundial fue parte de los constructores de la industria del uranio en el país. Su activa participación dentro de estos sectores le permitió adquirir relevancia mediática ante los círculos políticos nacionales y asesorar el diseño de políticas de ciencia y tecnología que derivaron en la creación de organismos estatales dedicados a la investigación sobre recursos naturales no renovables.

Asimismo, fue miembro y fundador de sociedades científicas y como geólogo se inclinó principalmente por el cultivo de los estudios regionales, tectónicos y estratigráficos. Aunque su obra escrita no es extensa, se insertó de manera decisiva en un programa permanente de investigación geológica que facilitara la ubicación en la corteza terrestre de petróleo y gas natural, de uranio, torio y otras rocas factibles de transformarse en energía nuclear. Estas actividades fueron auspiciadas por el Estado y en algunos casos por la iniciativa privada.<sup>8</sup> En 1948 Álvarez Jr. publicó la primera Carta tectónica del territorio nacional bajo el título *Tectonics of México*.<sup>9</sup> Esta investigación significó el primer esfuerzo por mapear la tectónica del país, y aunque las interpretaciones inevitablemente se modifican, su trabajo se convirtió en una valiosa guía para el futuro, que, además, permitió avanzar en los análisis estructurales relacionados a la exploración y descubrimiento de nuevos yacimientos petrolíferos y mineros, por lo que se puede considerar como su mayor aportación a la ciencia geológica de su tiempo.

Por lo anterior, estudiar a este personaje resulta tan necesario como seductor. Es necesario porque revela que los geólogos mexicanos orientaron de manera consiente sus programas de investigación hacia el modelo consensual de desarrollo nacional promovido por el Estado, y contribuyeron con acciones específicas para la realización de esos fines.<sup>10</sup> Un ejemplo de ello fue la creación en 1949 de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (AMGP), de la cual Álvarez Jr. fue socio fundador y su primer editor. Por lo tanto, puede decirse que fue un participante directo de la organización y difusión del conocimiento científico y tecnológico del petróleo y el gas natural que esta agrupación técnico-científica promueve hasta nuestros días.<sup>11</sup> Por otra parte,

<sup>8</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr. 1905-1989", p. 51; Terrones Benitez, "El significado del geólogo ante la economía nacional", p. 88.

<sup>9</sup> Para la edición en inglés véase: Álvarez Jr., "Tectonics of Mexico". Para un resumen en castellano véase: Álvarez Jr., "Unidades tectónicas".

<sup>10</sup> Cleaves, "Las profesiones en México", p. 21.

<sup>11</sup> Rodríguez Aguilar, "Mensaje del presidente de la asociación", p. 1.

resulta seductor porque se trata de personajes hasta el momento poco estudiados y, por consiguiente, poco conocidos, pero que, sin embargo, a medida que el historiador los descubre encuentra en ellos la 'historia secreta' del desarrollo de una nación, o como dice Trabulse, encuentra "una nueva dimensión a ese otro mundo de acontecimientos sociales y políticos de todos conocidos".<sup>12</sup>

## APUNTES BIOGRÁFICOS DE MANUEL ÁLVAREZ JR.

Manuel Álvarez Jr. nació el 10 de agosto de 1905 en lo que entonces era la Villa de Guadalupe Hidalgo, actualmente el municipio de Gustavo A. Madero, ubicado al norte de la Ciudad de México. Ese mismo año fue bautizado bajo la fe católica con el nombre de Manuel María de Guadalupe del Sagrario Corazón de Jesús Lorenzo de la Santísima Trinidad Álvarez, sin embargo, ante la autoridad civil de la Ciudad de México su registro se efectuó siete años después de su nacimiento, el 15 de mayo de 1912, con el nombre de Manuel Álvarez y Álvarez.<sup>13</sup> Sus padres fueron María de la Luz Álvarez Malo y Manuel Álvarez Carrillo. La joven pareja había unido sus destinos apenas en 1903 y el pequeño Manuel Álvarez Jr. fue su hijo primogénito. En 1908 nació su hermana Guadalupe y en 1910 su hermano Francisco Javier, del cual se sabe que fue paleontólogo.<sup>14</sup>

En la Villa de Guadalupe, el hogar de los Álvarez Álvarez se ubicaba en el número seis de la primera calle de Vanegas. Su padre se dedicaba al comercio y su madre a la atención de sus hijos.<sup>15</sup> Quizá el hecho de que Guadalupe Hidalgo fue de los primeros asentamientos que contaron con una vía para ferrocarril, construida en 1857, y luego utilizada por tranvías, haya favorecido a los negocios de su padre. El contar con este medio de transporte permitió conectar a la incipiente Ciudad de

México con las villas, barrios y otros pueblos cercanos.<sup>16</sup> Durante el Porfiriato este asentamiento recibió los primeros servicios públicos de alcantarillado y pavimentación, no obstante, debido a que cercano al caserío se encontraban los patios de maniobras del tren y los cambios de vía que conducían tanto a Veracruz como al norte del país, Guadalupe Hidalgo fue varias veces ocupada tanto por el ejército federal, como por los maderistas, villistas, zapatistas y constitucionales a lo largo del movimiento revolucionario iniciado en 1910.<sup>17</sup>

<sup>12</sup> Elías Trabulse, "En búsqueda de la ciencia mexicana", p. 309.

<sup>13</sup> Ancestry, "Recopilación parcial de registros eclesiásticos de México, 1537-1966. Núm. 136: Manuel María de Guadalupe Del Sagrario Corazón de Jesús Lorenzo de la Santísima Trinidad Álvarez", [http://interactive.ancestry.mx/61089/MM9.3.1\\_2FTH-267-12577-1012-49/158289808?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/61089/MM9.3.1_2FTH-267-12577-1012-49/158289808?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de abril de 2020]; Ancestry, "Registro Civil, Nacimientos, 1861-1931", [http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225\\_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de abril de 2020].

<sup>14</sup> Geneanet, "Francisco Javier Álvarez Álvarez", <https://gw.geneanet.org/sanchiz?lang=es&p=francisco+javier&n=alvarez+alvarez>, [consultado el 20 de abril de 2020].

<sup>15</sup> Ancestry, "Registro Civil, Nacimientos, 1861-1931", [http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225\\_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de abril de 2020].

<sup>16</sup> Aguayo, "¿Tranvías o ferrocarriles?", p. 8.

<sup>17</sup> Juárez Lucas, "Ferrocarriles y revolución. 1910-1915: guerra, movilidad y vida cotidiana", <https://www.miradaferroviaria.mx/ferrocarriles-y-revolucion-1910-1915-guerra-movilidad-y-vida-cotidiana/>, [consultado el 10 de septiembre de 2021].

### Manuel Álvarez Jr.



*Fuente:* Sociedad Geológica Mexicana, "Nueva mesa directiva de la Sociedad Geológica Mexicana", p. 61.

Lo anterior permite argüir que tanto la infancia como la juventud de Álvarez Jr. fueron muy cercanas a los estragos de la Revolución Mexicana. Ello pudo incidir de manera definitiva en su perspectiva de vida y seguramente en su concepción de ciencia, dado el contexto sociohistórico que propició el surgimiento de un nacionalismo que pronto se reflejó en la retórica de un país en construcción, en particular en lo referente a su reconfiguración económica, aspecto en donde el petróleo fue pieza clave. Así, aunque sus estudios intermedios los realizó en Nueva York, a su vuelta a la Ciudad de México terminó su formación preparatoria, y en 1927 se matriculó en la recién creada carrera de ingeniero petrolero, promovida y fundada por los ilustres ingenieros Juan Salvador Agraz e Ivan Korzujin.<sup>18</sup> En 1956 debido a la muerte de su amigo Manuel Rodríguez Aguilar, Álvarez Jr. escribió lo siguiente:

<sup>18</sup> Baptista González, "La creación de la primera carrera de ingeniero petrolero", p. 87.

[...] conocí a Rodríguez Aguilar en la Escuela Nacional de Ingeniería; ambos acabábamos de ingresar y veíamos con entusiasmo la creación de una nueva carrera: la de Ingeniero Petrolero [...]. A fines de ese año partí para California y no volví a saber de él hasta 1930, cuando regresé a la Escuela... Reuníase con Alberto J. Flores, inteligente y brillante; con Velarde, sarcástico y mordaz en sus críticas y con Antonio Suárez "Suaritos", de un profundo talento y tan mordaz o más que Velarde, aunque más discreto. A este grupo nos sumábamos ocasionalmente Luis Moran y yo, para gozar del chisporroteante ingenio de sus conversaciones. Volví a California a principios del siguiente año y nos volvimos a encontrar a mediados del mismo en que regresé a México.<sup>19</sup>

Este fragmento aporta datos interesantes sobre a la movilidad geográfica en la formación académica de Álvarez Jr., y la conformación de sus relaciones personales. Por ejemplo, Manuel Rodríguez Aguilar,<sup>20</sup> con quien fundó en 1949 la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, y Alberto J. Flores, al cual se le reconoce como el responsable de iniciar la organización e investigación formal en el área de la ingeniería civil en México.<sup>21</sup> El continuo contacto entre dos contextos universitarios, como el caso de México y los Estados Unidos, puede hablarnos del establecimiento de otras relaciones de amistad que más tarde florecieron en relaciones intelectuales y que influyeron de lleno en su consolidación como profesional de la geología petrolera.<sup>22</sup> Como el mismo Álvarez Jr. lo relata, en 1927 se matriculó en la Escuela Nacional de Ingenieros, mientras que a finales del año siguiente figuraba como alumno de la Universidad de Berkeley. Un año y medio después regresó nuevamente a la Ciudad de México en donde tuvo la fortuna de tomar algunos cursos con el profesor Ivan Korzujin.<sup>23</sup> A principios de 1931 regresó a Berkeley en donde recibió instrucción de Nicholas Lloyd Taliaferro.<sup>24</sup>

<sup>19</sup> Álvarez Jr., "Manuel Rodríguez Aguilar", p. 571.

<sup>20</sup> Manuel Rodríguez Aguilar fue un ingeniero petrolero mexicano empleado de Pemex entre 1939 y 1953. En 1942 organizó el Departamento de Exploración de la paraestatal y en 1949 se convirtió en el primer presidente de la AMGP. A su salida de la petrolera mexicana concentró sus esfuerzos en dos grandes proyectos: la creación de un Consejo Nacional de Recursos Naturales no Renovables, creado en 1955, y el Instituto Nacional del Petróleo, institución que no alcanzaría a ver materializada debido a que la muerte lo alcanzó en 1956. Véase: Castillo Tejero, "Manuel Rodríguez Aguilar", pp. 572-573; Mina Uthman, Álvarez Jr., Castillo Tejero, "Sesión solemne", pp. 567-580.

<sup>21</sup> Sarukhan Kermez, "Innovó Alberto J. Flores", p. s/n.

<sup>22</sup> En la trayectoria profesional de Álvarez Jr. es notorio el fuerte vínculo profesional con organizaciones y sociedades científicas estadounidenses.

<sup>23</sup> Ivan Korzujin fue un geólogo y mineralogista ruso que llegó a México muy probablemente en 1923. Al poco tiempo de su estancia en el país se integró a la Escuela Nacional de Ingenieros y tiempo después se nacionalizó mexicano, por lo que cambió su nombre a Juan Korzujin. Se trata de un personaje determinante para comprender el proceso histórico de la profesionalización de la geología petrolera en México. Además de ser uno de los fundadores de la carrera de ingeniería petrolera en 1927, promovió las relaciones entre la Universidad Nacional y el Instituto Geológico de Leningrado, impulsó los estudios geofísicos aplicados al petróleo y participó de manera nodal en la ampliación del acervo literario sobre hidrocarburos de la ENI. Véase Baptista González, "La creación de la primera carrera de ingeniero petrolero", p. 78.

<sup>24</sup> Nicholas Lloyd Taliaferro fue un reconocido geólogo y topógrafo estadounidense especialista en exploración petrolera. Esta actividad la desempeñó en Estados Unidos, Alaska y México. Entre 1926 y 1958 fue profesor de mapeo de campo y

Álvarez Jr. concluyó sus estudios universitarios en México en 1932. Su título como ingeniero petrolero le fue otorgado el 25 de febrero de 1938. En ocasión de su graduación presentó la investigación titulada *Localización de yacimientos petroleros en México, por medio del método sísmico de reflexión*. La dirección de su trabajo estuvo a cargo del entonces Director de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, Ricardo Monges López.<sup>25</sup> Para ese momento, apenas unas semanas antes de que fuera decretada la nacionalización de la industria petrolera, Álvarez Jr. ya acumulaba una experiencia significativa dentro del sector de los hidrocarburos en México, puesto que, tras un fugaz paso por el Instituto de Geología, en 1934 había ingresado como geofísico y asistente de sismólogo en la Compañía Mexicana de Petróleo "El Águila", mientras que de 1935 a 1937 había sido geólogo de Petróleos de México S. A., y desde 1937 ejercía como geólogo de la Administración General del Petróleo Nacional, en donde se mantuvo hasta 1940, en que este organismo desapareció para dejar la administración total de la industria en manos de Petróleos Mexicanos.<sup>26</sup>

En Pemex ejerció como geólogo especializado y jefe de Estudios Especiales adscrito al Departamento de Exploración hasta 1964. A su salida de este sector industrial, se dedicó al asesoramiento de los proyectos sobre energía nuclear que desde mediados del siglo XX comenzaron a empujar con mayor fuerza en México y en el mundo. En este aspecto viene a cuento su relación con el físico matemático Nabor Carrillo Flores, hombre de ciencia con resonancia internacional e investigador notable sobre los problemas de energía nuclear y mecánica de suelos. Seguramente la relación de amistad entre ambos se forjó en las aulas de la ENI, institución donde estudiaron por la misma época. En 1965 Álvarez Jr. fue invitado por Carrillo Flores a participar como consultor en el Proyecto Texcoco, iniciativa que buscaba solucionar el problema del hundimiento de la Ciudad de México. El objetivo era almacenar las aguas que se perdían para disminuir la sobreexplotación del acuífero. Además, el agua almacenada podría ser utilizada para producir energía eléctrica o nuclear.<sup>27</sup> Carrillo Flores murió en 1967, pero Álvarez Jr. se mantuvo en el proyecto hasta 1969.<sup>28</sup> Así, entre 1966 y 1983 Álvarez Jr. actuó como geólogo y consejero para el desarrollo y consolidación de la industria nuclear, que tuvo su mayor expresión con la fundación de Uranio Mexicano en 1980. Por lo que es posible afirmar que este ingeniero geólogo fue parte del selecto grupo de hombres de ciencia que reconstruyeron la industria petrolera nacional y organizaron la industria nuclear en México.<sup>29</sup>

geología económica estructural y no metalífera en la Universidad de Berkeley. Se le considera un maestro de la cartografía y la geología de campo. Véase: Williams, Kleinpell y Wisser, "Nicholas Lloyd Taliaferro (1890-1961)", <https://eps.berkeley.edu/content/nicholas-lloyd-taliaferro>, [consultado el 11 de septiembre de 2021]

<sup>25</sup> Ricardo Monges López fue un importante ingeniero Civil y Petrolero al cual se le atribuye una participación nodal en la creación de importantes centros de investigación en México como los institutos de Geografía, Física, Ciencias, Química y Matemáticas, todos pertenecientes a la UNAM, así como el Instituto de Geofísica y el CONACYT. Véase: Adem, "Ricardo Monges López", pp. 42-45.

<sup>26</sup> De la Borda Álvarez, *Crónica del petróleo en México*, p. 83; Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 52.

<sup>27</sup> Margarita Paz Paredes, "Aportación de México a las Ciencias Físico-Matemáticas. Una entrevista con Margarita Paz Paredes con el Dr. Nabor Carrillo Flores", *Universidad de México*, Ciudad de México, diciembre de 1950, pp. 1-4; Cano, "El lago de Texcoco", <https://www.lettraslibres.com/mexico/el-lago-texcoco>, [consultado el 20 de septiembre de 2021].

<sup>28</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 53.

<sup>29</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 53.

**Tabla 1. Trayectoria laboral de Manuel Álvarez Jr.**

EMPRESA, INSTITUCIÓN U ORGANISMO	TEMPORALIDAD	CARGO
Instituto de Geología	1932-1934	Geólogo asistente
Compañía Mexicana de Petróleo "El Águila"	1934	Geólogo y sismólogo asistente
Petróleos de México	1935-1937	Geólogo
Administración General del Petróleo Nacional	1937-1940	Geólogo
Petróleos Mexicanos	1940-1964	Ingeniero especializado en geología; jefe del Departamento de Estudios Especiales de la Gerencia de Exploración
Proyecto Texcoco	1965-1969	Consultor
Comisión Nacional de Energía Nuclear	1966-1970	Consejero
Instituto Nacional de Energía Nuclear	1971-1980	Consejero
Uranio de México	1980-1983	Consejero

*Fuente:* Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr." pp. 52-53.

Para conocer un poco más del carácter y personalidad de Álvarez Jr. resulta interesante destacar que a muy temprana edad, probablemente a causa del entusiasmo que llegó a sentir por la mítica Atlántida, comenzó a experimentar un interés notable por los temas relacionados al subsuelo y el fondo marino. La lectura de esta misteriosa isla que se menciona en los escritos de Platón permite meditar en torno al refinado gusto por la literatura que poseía Álvarez Jr., lo que pudo incidir en su apertura para establecer relaciones, en su gusto por viajar alrededor del mundo, por dominar los idiomas, como el inglés o el francés o incluso para desarrollar su interés por las bellas artes. Aquellos que tuvieron la dicha de conocerle informan que Álvarez Jr. veía el mundo a través de la filosofía de Tomás de Aquino. Lo que no es extraño si se toma en cuenta su gusto por la filosofía griega y seguramente también por Aristóteles.<sup>30</sup>

De manera que puede ser descrito como un verdadero humanista, que buscó la convergencia entre oriente y occidente. Siempre interesado por lo eterno, mostró igual entusiasmo por lo transitorio. En la perspectiva de sus alumnos fue un hombre de vestimenta elegante, pero ante todo de buen corazón, noble en sus actitudes y generoso. Si es preciso definir aquello que hizo diferente a Álvarez Jr. de otros geólogos de su época, eso fue la pasión con que se condujo en la vida, el entusiasmo con que afrontó la responsabilidad de instruir por más de tres décadas a las nuevas generaciones de geólogos de la UNAM y del IPN, y el ímpetu con que recorrió el país en busca de sus recursos naturales no renovables. Así, encontró en su profesión uno de los mayores motores de su vida, el otro con seguridad fue su esposa, María de Lourdes Klein Quintana, con quien llegó a procrear dos hijas: Luz de Lourdes y Beatriz Eugenia Alvarez Klein. Manuel Alvarez Jr., hombre siempre dispuesto a compartir sus conocimientos, apasionado de la investigación geológica y, sin duda, también del petróleo de México, dejó de existir el 9 de agosto de 1989, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", pp. 52-53.

<sup>31</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 52.

## DESARROLLO INTELECTUAL Y PROFESIONAL

El continuo contacto internacional en la formación académica de Álvarez Jr. permite argumentar su integración al grupo de intelectuales responsables de la introducción al país de un nuevo *ethos* científico, esto en términos de “una concepción moderna de la ciencia y distinta a la que había prevalecido en México hasta entonces”.<sup>32</sup> Al tener la posibilidad de trascender las fronteras nacionales para complementar su formación universitaria, gran parte de esta generación entró en contacto directo con los protagonistas de la ciencia, lo que les permitió tomar para sí nuevas formas de generar conocimiento; de aprender y dominar otras lenguas, de acceder a la literatura especializada y a las innovaciones científicas. En ello influyó también el contexto sociohistórico nacional e internacional que hizo del petróleo el protagonista de toda la historia del siglo XX, escenario sobre el cual se incentivó la discusión a nivel global sobre los hidrocarburos, su papel para la industrialización de las naciones de América Latina y su impacto para los diferentes actores sociales.<sup>33</sup>

Las bases teóricas para la industrialización de las naciones latinoamericanas se fijaron en el seno de la Comisión Económica para la América Latina y el Caribe (CEPAL) durante la década de 1940.<sup>34</sup> Como una acción estatal, la industrialización, particularmente en México, tuvo sus primeras expresiones desde finales del siglo XIX.<sup>35</sup> Pero la actividad industrial con impacto en el sistema político, económico y social se vio fuertemente impulsada al concluir la Segunda Guerra Mundial. Durante la década de 1930 los países latinoamericanos comenzaron a nacionalizar sus recursos naturales con la intención de fortalecer sus economías.<sup>36</sup> En México, como es bien sabido, se nacionalizó la industria petrolera en 1938 y se reformó el sector agrario. De tal manera, que algunos críticos consideran al Cardenismo como “la culminación de un propósito más o menos definido de los gobiernos revolucionarios de modificar la estructura colonial de una industria vital a la economía mexicana”.<sup>37</sup>

El modelo cepalino para impulsar el desarrollo económico regional, consistió en sustituir las importaciones de materias primas que hasta entonces se importaban. Para ello se hizo necesario aprovechar los recursos naturales no renovables propios de cada país y transformarlos en mercancías que satisficieran las demandas internas de su población.<sup>38</sup> En este modelo el Estado se convirtió en promotor e interventor de la economía. Después de que en México se nacionalizara la industria petrolera, la siguiente acción fue reorganizarla pues era necesario continuar la producción de gasolinas y otros derivados, por lo que en junio de 1938 se creó Petróleos Mexicanos. La importancia de los hidrocarburos para aumentar la actividad industrial, sobre todo a partir del gobierno de Miguel Alemán Valdés (1946-1952), se concatenó con la necesidad de crear capacidad científica y tecnológica que permitiera ubicar los recursos, cuantificarlos y establecer su potencial comercial para después explotarlos. Por lo que en 1942 se creó el Departamento de Exploración.<sup>39</sup>

<sup>32</sup> Saldaña, “El sector externo y la ciencia nacional”, p. 198.

<sup>33</sup> Ortuño Arzate, *El mundo del petróleo*, p. 17.

<sup>34</sup> Tavares, *El proceso de Sustitución de Importaciones*, pp. 1-37.

<sup>35</sup> Cárdenas, “El proceso de industrialización acelerada”, p. 240.

<sup>36</sup> Guajardo S., “El papel del Instituto Mexicano del Petróleo”, p. 1.

<sup>37</sup> Meyer, “La nacionalización de la industria petrolera”, p. 342.

<sup>38</sup> Bárcena, “Pactos sociales”, p. 290.

<sup>39</sup> Hernández Sánchez Mejorada, “Manuel Rodríguez Aguilar”, p. 62.

Las actividades exploratorias concentraron un importante ingrediente nacionalista de corte económico. La retórica política veía en los recursos naturales una riqueza que, de no explotarse, carecería de valor olvidada en su lugar de origen en la corteza terrestre, por lo que era preciso explotarla dada la importancia vital que tenía para generar empleos y para el desarrollo del país.<sup>40</sup> En 1948, ante la III Convención de Técnicos del Departamento de Exploración, el Ing. Antonio M. Amor aprovechó la tribuna para expresar que “la patria exige de Petróleos Mexicanos [...] que garantice el abastecimiento de los combustibles indispensables para el desarrollo industrial y agrícola, que como base para nuestra prosperidad nacional ha señalado con tanto tino nuestro actual presidente [Miguel Alemán Valdés]”.<sup>41</sup> Esta perspectiva de desarrollo elevó a la ciencia a un papel orientador de la vida social.<sup>42</sup> Por lo que aspectos como este permiten indagar en la concepción de ciencia de personajes como Álvarez Jr., que seguramente buscaron poner al servicio del país el conocimiento intelectual que poseían, bajo la primicia del bienestar colectivo, la justicia revolucionaria y el entusiasmo de contribuir a la construcción de México a través de los hallazgos de yacimientos petroleros y mineros.

Tanto los hidrocarburos como los minerales, y su necesaria relación con el desarrollo de conocimiento científico y tecnológico aplicado para su exploración, constituyeron una preocupación colectiva de orden internacional que recayó directamente en los geólogos. Si bien, el contexto mexicano de mediados del siglo XX fue el idóneo para que los profesionales de esta disciplina suministraran su cooperación científica y técnica para ayudar a resolver los problemas exploratorios, la presencia de industria petrolera y minera en otras latitudes alrededor del mundo, incentivó productivas discusiones científicas que buscaron “abordar, atender y resolver cuanto problema se refiere a descubrir en el seno de la tierra los tesoros que para su efectivo desarrollo reclaman los Pueblos”.<sup>43</sup>

**Tabla 2. Sociedades científicas a las que perteneció Manuel Álvarez Jr.**

SOCIEDAD CIENTÍFICA	SIGLAS	PAÍS
Sociedad Geológica Mexicana	SGM	México
Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros	AMGP	México
Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas, Petroleros y Geólogos de México, A.C.	AIMMPGM	México
Colegio de Ingenieros Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México, A. C.	CIMMGM	México
American Association of Petroleum Geologists	AAPG	Estados Unidos
Geological Society of America	GSA	Estados Unidos
American Association for the Advancement of Science	AAAS	Estados Unidos
Society of Exploration Geophysicists	SEG	Estados Unidos
New York Academy of Sciences	NNAS	Estados Unidos
American Geophysical Union	AGU	Estados Unidos

<sup>40</sup> Pedro Salas, “Sumario estadístico de la minería mexicana”, p. 1.

<sup>41</sup> Amor Ríos, *III Convención, Técnicos del Departamento de Exploración*, p. 218.

<sup>42</sup> Saldaña, “Ciencia para la actividad productiva”, <https://www.youtube.com/watch?v=0ZNTdERXKto>, [consultado el 11 de septiembre de 2021].

<sup>43</sup> Terrones Benítez, “El significado del geólogo”, p. 89.

Société Géologique Suisse	SGS	Suiza
Association suisse des géologues et ingénieurs du pétrole	ASGIP	Suiza
Academia Mexicana de Ingeniería	AMI	México
Sociedad de paleontólogos y Minerólogos de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo	SPMAVGMP	Venezuela

Fuente: Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr." pp. 52-53.

Las discusiones se produjeron en el seno de las sociedades científicas, congresos y encuentros de carácter internacional. En torno a estas agrupaciones y eventos se incentivó la formación de redes intelectuales, el establecimiento e intercambio de correspondencia y se produjo un importante acercamiento de los geólogos mexicanos a los marcos teóricos y conceptuales aplicados con éxito en otras áreas del mundo. Es en este aspecto en donde mayormente se puede observar la introducción del nuevo ethos científico al contexto mexicano. En 1953 Álvarez Jr. publicó un breve texto titulado *El Marco Regional de los Campos Petroleros de Indonesia*. En su introducción destacaba la importancia que adquiriría la geología regional para descubrir áreas petroleras. El interés por Indonesia radicaba en que para ese entonces era una de las provincias petroleras mejor estudiadas. Por lo que resultaba preciso "poner de relieve los conceptos fundamentales desarrollados por los geólogos holandeses al interpretar el resultado de sus exploraciones en dicha provincia y que actualmente ejercen una importante influencia en las síntesis tectónicas elaboradas para diversas regiones del mundo".<sup>44</sup>

Manuel Álvarez Jr. solía definir a la geología como la 'arquitectura de la Tierra', una definición con tintes poéticos, propia de una personalidad apasionada por su profesión. Consideraba que era de gran trascendencia el conocer los diferentes aspectos geológicos de la región donde se esperaba descubrir petróleo o algún mineral radiactivo, pues ello además permitiría elaborar proyecciones de corte económico que ayudarían al Estado a establecer criterios que facilitarían estimar cuantitativamente los recursos naturales no renovables presentes en el país.<sup>45</sup>

Por ello el acceder a las obras de geólogos extranjeros, y en muchas ocasiones traducirlas al castellano, como ocurrió en 1963 con el libro *Principles of Stratigraphy* de Carl Owen Dunbar y John Rodgers, revestía un interés especial en su práctica científica. Es claro que su intención no era solamente exponer las ideas o conceptos, o traducir del inglés o del francés al castellano las obras más relevantes sobre su disciplina. El trasfondo real era proveer de nuevas herramientas metodológicas a los geólogos de habla hispana y estimularlos, como el mismo lo hacía, a usarlas en las actividades exploratorias del país. Otro ejemplo de ello puede encontrarse en la introducción a su texto *Tectonics of Mexico*, en donde destaca la importancia de "los conceptos desarrollados, principalmente por los geólogos alpinos, para el estudio de los procesos orogénicos"<sup>46</sup> aplicados a su estudio.

Resulta conveniente mencionar que la influencia de los conocimientos científicos extranjeros en la práctica profesional de los hombres de ciencia mexicanos fue sólo uno de los componentes que integraron el avance de la ciencia nacional.<sup>47</sup> En el caso de la geología, es una disciplina que alcanzó su instituciona-

<sup>44</sup> Álvarez Jr., "El marco regional", p. 137.

<sup>45</sup> Álvarez Jr., "Bases científicas", p. 69.

<sup>46</sup> Álvarez Jr., "Tectonics of Mexico", p. 1319.

<sup>47</sup> Saldaña, "El sector externo y la ciencia nacional", p. 196.

lización desde finales del siglo XIX,<sup>48</sup> mientras que en 1904 la creación de la Sociedad Geológica Mexicana comenzó a estimular de forma importante las investigaciones geológicas. De manera tal, que el conocimiento generado por los hombres de ciencia, como el caso de Manuel Álvarez Jr., no sólo fue innovador en el sentido de su orientación internacionalista, que implicó “considerar necesario estar al tanto de los nuevos desarrollos y darles cabida en su propia práctica”,<sup>49</sup> sino que al integrarse a la tradición científica sobre estudios del subsuelo ya existente en México, enriquecieron y contribuyeron de lleno a la especialización no sólo de la geología regional, estratigrafía o tectónica, sino de otras ramas como la geología histórica, petrología, geología paleogeográfica, sedimentología estratigráfica, geología estructural, geohidrología, geología económica, y geología de las regiones petroleras de México.<sup>50</sup>

En la obra escrita de Álvarez Jr. es posible encontrar varias expresiones de su orientación internacionalista en cuanto a los saberes geológicos. Una de las más significativas se encuentra en la ‘Sección de información bibliográfica’, que durante la década de 1950 escribió para el Boletín de la AMGP. La finalidad de su esfuerzo intelectual se traducía en poner a disposición de sus colegas “los principales artículos y obras publicados, tanto en México como en el extranjero sobre geología petrolera y ciencias conexas, que les permitan un mejor cumplimiento de su cometido”.<sup>51</sup> Una de las maneras en que probablemente Álvarez Jr. pudo allegarse las últimas novedades literarias sobre geología fue a partir de su asistencia a los congresos nacionales e internacionales, celebrados en países como México, Estados Unidos, Holanda, Bélgica, Inglaterra, Francia, Italia, Alemania, Austria, España, Suiza y Argelia.<sup>52</sup>

**Tabla 3. Algunos congresos internacionales que contaron con la participación de Manuel Álvarez Jr.**

CONGRESO O CONVENCION	PAÍS	AÑO
I Convención de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros	México	1952
XIX Congreso Geológico Internacional	Argelia	1952
XX Congreso Geológico Internacional	México	1956
II Convención tectónica profunda de México	México	1958
I Convención Nacional de Ingeniería y Técnicos de Exploración y Explotación del Petróleo	México	1961
3er Congreso Mundial del Petróleo	Holanda	
V Congreso Científico Mexicano mensual, Ciencias Físicas y Matemáticas	México	

*Fuente:* Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, pp. 52-53.

<sup>48</sup> Véase: Morelos Rodríguez, *Antonio del Castillo*.

<sup>49</sup> Cleaves, “Las profesiones en México”, p. 26.

<sup>50</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, p. 52.

<sup>51</sup> Álvarez Jr., “Sección de información bibliográfica”, p. 113.

<sup>52</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, p. 52.

Como ya se ha mencionado, los congresos fueron relevantes para establecer redes intelectuales y para el acercamiento directo con las últimas novedades científicas. Al tratarse de foros de disertación abonaron de forma especial a la discusión y apropiación del conocimiento. Para ilustrar su importancia para el avance científico se pone como ejemplo el XX Congreso Geológico Internacional celebrado en México entre el 4 y el 11 de septiembre de 1956. Las reuniones se efectuaron en los edificios de la UNAM y en torno a ellas se concentró la comunidad geocientífica internacional representada por 2,500 delegados de 21 naciones distribuidas en los continentes del mundo. Asimismo, a lo largo del evento se dio lectura a 1,200 ponencias realizadas en distintos idiomas que fueron enviadas por profesionales que no pudieron trasladarse al país.<sup>53</sup>

Por su parte, los geólogos nacionales expusieron 32 libretos-guía de excursiones geológicas y diversos trabajos monográficos. Además, se presentó el primer mapa geológico moderno de la República Mexicana. Desde 1950 Álvarez Jr. formaba parte

<sup>53</sup> Sociedad Geológica Mexicana, "Acta de la Sesión plenaria de la H. Cámara de Senadores en la que el senador Lic. Alberto Terrones Benítez dio cuenta de los trabajos de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional", pp. 76-80.

de los trabajos destinados a ese propósito como representante de Pemex ante el Comité Coordinador.<sup>54</sup> La integración de este hombre de ciencia a proyectos de mapeo geológico, permiten reflexionar sobre su importante conocimiento del subsuelo mexicano y su habilidad para plasmarlo de manera gráfica. Durante su formación universitaria en Berkeley recibió instrucción de Nicholas L. Taliaferro, un eminente geólogo y topógrafo estadounidense considerado un maestro de la cartografía y la geología de campo.<sup>55</sup> Así, en el marco del XX Congreso se condecoró a Manuel Álvarez Jr. con el premio Leonide Spendiarov, el máximo galardón entregado en materia geológica al profesional más destacado de su país.<sup>56</sup>

Para mediados de la década de 1950 Álvarez Jr. ya era reconocido como una de las máximas autoridades en materia geológica de México.<sup>57</sup> Formaba parte de varias sociedades de ciencia y tecnología en México y el extranjero, en algunas de las cuales ocupaba puestos de liderazgo.<sup>58</sup> Además, ya contaba con importantes trabajos de impacto decisivo para la economía nacional y la actividad exploratoria, tales como Futuras posibles provincias petroleras de México, *Geological Significance of the Distribution of the Mexican oil field and New oil development in relation to geologic regional setting*.<sup>59</sup>

En 1948, con la intención de brindar "una idea de la tectónica de la República Mexicana en su conjunto",<sup>60</sup> elaboró la primera Carta Tectónica de la República Mexicana a escala 1:2,000,000, acompañada de un texto explicativo titulado *Tectonics of México* y difundido por el Boletín de la American Association of Petroleum Geologists. Este trabajo se convirtió rápidamente en un referente para los estudios sobre geología regional aplicada a la búsqueda de yacimientos petroleros y minerales. Por lo que

<sup>54</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 52.

<sup>55</sup> Williams, Kleinpell y Wisser, "Nicholas Lloyd Taliaferro (1890-1961)", <https://eps.berkeley.edu/content/nicholas-lloyd-taliaferro>, [Consultado el 11 de septiembre de 2021].

<sup>56</sup> Sociedad Geológica Mexicana, "El Premio Spendiarov en ocasión de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional", p. 55.

<sup>57</sup> Sociedad Geológica Mexicana, "El Premio Spendiarov en ocasión de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional", p. 55.

<sup>58</sup> Como la Sociedad Geológica Mexicana de la que fue presidente entre 1948 y 1957, o la Sociedad Mexicana de Geólogos Petroleros de la cual fue fundador en 1949 y su primer editor.

<sup>59</sup> Estas investigaciones fueron publicadas, según el orden en que se mencionan, por Petróleos Mexicanos (1950), Memorias del Tercer Congreso Mundial del Petróleo, La Haya (1951) y la American for the Advancement of Science (1951).

<sup>60</sup> Álvarez Jr., "Tectonics of Mexico", p. 1319.

ese mismo año se publicó una versión modificada en México a través del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana bajo el título *Unidades tectónicas de la República Mexicana*. Mientras que en 1958 publicaría la *Tectónica Profunda de México* en el Boletín de la AMGP. Es por ello por lo que además de ser considerado una autoridad en geología fue reconocido también como una autoridad en tectónica.

Los estudios regionales en la concepción de Álvarez Jr., implicaban un reconocimiento geológico del subsuelo que necesariamente debía de incluir estudios de tipo fisiográfico, petrográfico y de tectónica regional. En su texto de 1961 titulado *Provincias fisiográficas de la República Mexicana*, el cual de hecho lo escribió a propósito del XX Congreso Geológico Internacional, hace una comparación de la República mexicana con una lambda invertida, para posteriormente realizar una descripción general, pero asertiva, de las formaciones geológicas de México a partir de su relieve y su litología, que previamente había representado en un mapa.<sup>61</sup> Estas contribuciones intelectuales fueron parte del programa permanente de investigación geológica con perspectiva económica que ayudaba a garantizar “el abastecimiento de los combustibles indispensables para el desarrollo industrial y agrícola”.<sup>62</sup> Para lo cual, además, se precisaba el descubrimiento de cantidades exportables de hidrocarburos, “lo más cuantiosas posibles, que constituyan una fuente importante de divisas extranjeras, tan necesarias para objetos de vital interés nacional”.<sup>63</sup>

La participación de Álvarez Jr. en los trabajos para uniformizar los términos geológicos a nivel continental, así como los puestos de liderazgo que ocupó dentro de los mismos, revela la reputación que este geólogo mexicano había labrado hasta entonces,

y que trascendía las fronteras nacionales, tal como lo demuestra su contribución a la especialización de la estratigrafía. Así, desde 1941 representantes de las principales organizaciones geocientíficas de Canadá y los Estados Unidos habían convenido en la necesidad de organizar una comisión que se encargara de la elaboración de un código estratigráfico. La comisión se fundó en 1946 con representantes del *Geological Survey of Canada, de Canadá*, así como la *American Association of Petroleum Geologists, la Geological Society of America, la Association of American State Geologists* y el *United States Geological Survey*, de los Estados Unidos.<sup>64</sup>

En 1955 la Comisión consideró conveniente invitar a representantes de México con la finalidad de que el Código tuviera vigencia en toda la región de Norteamérica. Por ello, las autoridades científicas de aquellos países extendieron una invitación a las instituciones científicas mexicanas dedicadas a los estudios geológicos. Por parte del Instituto Geológico se designó como comisionado al Ing. Alejandro Calderón, por la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros al Ing. Ernesto López Ramos y por la Sociedad Geológica Mexicana al Ing. Álvarez Jr., al cual se le designó, además, como representante nacional ante la Comisión Estratigráfica Internacional.<sup>65</sup>

El Código de Nomenclatura Estratigráfica, en palabras de Álvarez Jr., tenía por objeto “formular una útil, amplia y explícita exposición de principios y prácticas para la clasificación y denominación de unidades estratigráficas [...] y asegurar la mayor uniformidad [...] en la aplicación de estos”.<sup>66</sup> En 1959 Álvarez Jr. publicó la *Versión castellana de la redacción preliminar del Código Estratigráfico*. En su introducción se hacía mención de que “dada la importancia que reviste la revisión del citado Código y el compromiso internacional de ajustarse a sus ordenamientos” es conveniente preparar la versión

<sup>61</sup> Álvarez Jr., “Provincias fisiográficas”, pp. 5-20.

<sup>62</sup> Publicaciones de Petróleos Mexicanos, *III Convención, Técnicos del Departamento de Exploración*, p. 218.

<sup>63</sup> Publicaciones de Petróleos Mexicanos, *III Convención, Técnicos del Departamento de Exploración*, p. 218.

<sup>64</sup> Borrello, Cuerda, “Sobre el código de nomenclatura”, p. 515.

<sup>65</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, p. 52.

<sup>66</sup> Álvarez Jr., “Ideas actuales”, p. 71.

preliminar en castellano para que sea “estudiado y conocido por los geólogos de México, con el fin de que puedan hacer oír sus sugerencias [...] a cualquiera de los tres representantes [de la] Comisión”.<sup>67</sup>

En 1961 la Comisión publicó el Código Estratigráfico con vigencia en Norteamérica. La traducción del Código al español fue elaborada por Álvarez Jr. con la colaboración del Ing. Carl Fries Jr. Una copia de esta versión fue publicada por el Boletín de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo en 1969. Por lo que resulta interesante reflexionar en torno al liderazgo regional en materia geológica que alcanzó Álvarez Jr., incluso como un referente intelectual. De forma paralela a las actividades del Código Estratigráfico, Álvarez Jr. fue presidente de la Comisión para uniformizar las nomenclaturas y términos de la Geología y ciencias afines en los países de habla española a partir de 1956.<sup>68</sup>

Este proyecto fue impulsado por el Ing. Guillermo Pedro Salas, entonces director del Instituto Geológico. El objetivo de esta Comisión era editar en un lapso de tres años “un diccionario que incluya en primer lugar la palabra que la Comisión designe como la más adecuada para expresar cierto significado, después el significado de dicha palabra y por último los sinónimos que esta palabra posea en los diferentes países de habla española”.<sup>69</sup> Es decir, en atención a la naturaleza polisémica de algunas palabras, se buscaba uniformizar la terminología geológica. Este aspecto era de suma importancia para el progreso de la geología, puesto que a través de una herramienta como el diccionario tanto técnicos como estudiantes y editores podrían regirse en adelante bajo un mismo lenguaje científico.

Por otro lado, las condiciones sociohistóricas y económicas de mediados del siglo XX abonaron a

que los geólogos acrecentaran su influencia política y tuvieran una mayor participación en las decisiones públicas. Esto además les permitió alcanzar reputación como profesionales de su disciplina y lograr una dependencia social de sus servicios.<sup>70</sup> Por ejemplo, el liderazgo de Álvarez Jr. en materia geológica fue determinante para que el presidente Miguel Alemán Valdés le nombrara consejero del Departamento de Recursos Geológicos del Instituto Nacional para la Investigación Científica (INIC), en el periodo de 1951 a 1962.<sup>71</sup> Al terminar dicho periodo, el nombramiento le fue reiterado por un segundo periodo ya bajo el gobierno de Adolfo Ruiz Cortines. Así pues, según las especificaciones que determinaba el Estado para que los hombres de ciencia actuaran como consejeros del INIC, a Manuel Álvarez Jr. se le consideraba “de reconocida probidad y de la mayor autoridad científica”.<sup>72</sup>

Como constructor de sociedades científicas, en noviembre de 1949 Álvarez Jr. fue socio fundador de la AMGP. Esta agrupación constituyó la primera corporación profesional técnico-científica en aglutinar a los geólogos petroleros en México hasta ese momento diseminados por todo el territorio nacional. Fue, asimismo, la primera agrupación intelectual que se planteó como objetivo alentar la mejora en los métodos de exploración y explotación del petróleo y el gas natural, lo que incluía tanto el aspecto tecnológico como el científico. Su primera mesa directiva se conformó por los ingenieros Manuel R. Aguilar, Eduardo J. Guzmán, Manuel Álvarez Jr., Guillermo P. Salas y Antonio G. Rojas.<sup>73</sup> El Ing. Álvarez Jr. fue su primer editor, por lo que se encargó de la organización de las publicaciones que se difundían mediante el boletín de la asociación.<sup>74</sup>

<sup>67</sup> Álvarez Jr., Manuel, “Versión castellana”, p. 5.

<sup>68</sup> La Comisión reunió representantes de España, Guatemala, Costa Rica, Uruguay, Perú, Colombia, Chile, Cuba, Venezuela, Estados Unidos y México.

<sup>69</sup> Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, “Acta levantada en la Reunión para crear la Comisión para Uniformizar las Nomenclaturas y Términos de la Geología y Ciencias Afines en los Países de Habla Española”, p. 561.

<sup>70</sup> Cleaves, “Las profesiones en México”, p. 22.

<sup>71</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, p. 52.

<sup>72</sup> Diario Oficial de la Federación, “Decreto por el que se crea el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología”, p. 8.

<sup>73</sup> Rodríguez Aguilar, “Mensaje del presidente de la asociación”, p. 1.

<sup>74</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, “Memorial to Manuel Álvarez Jr.”, p. 52.

La AMGP a través de sus miembros formó una red intelectual que articuló a diversos actores del ámbito público y privado, nacional e internacional, con la finalidad de cooperar en las actividades exploratorias de Pemex centradas en ese entonces en una necesidad apremiante por el hallazgo de nuevos yacimientos petroleros. De esta manera, los miembros de la AMGP jugaron un papel central en la promoción, impulso y desarrollo de nuevas investigaciones y tecnologías sobre el petróleo y el gas natural, así como en la divulgación de la literatura geológica y la tecnología del petróleo. La fundación de la AMGP revela los vínculos estrechos entre el sector privadas y los organismos públicos. Al organizarse en sociedades científicas, el gremio de los ingenieros reconocía liderazgos, como el caso de Álvarez Jr. los cuales los representaban ante el Estado y velaba por sus intereses.<sup>75</sup>

En este sentido, la presencia de Álvarez Jr. en el sector público fue estratégica y constante. Por ejemplo, de 1951 a 1957 se desempeñó como consejero del Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales, y al comenzar sus actividades el Consejo de Recursos Naturales No Renovables, en 1958, se convirtió en miembro de su Comité Técnico. Además, como se ha mencionado antes, formó parte de la industria nuclear desde sus comienzos en México. Por lo que pudo aportar sus conocimientos especializados para la exploración y cuantificación de los recursos radioactivos. Su participación como consultor y asesor en la Comisión Nacional de Energía Nuclear, del Instituto Nacional de Energía Nuclear y Uranio Mexicano, fueron pues, otra faceta de su aportación al progreso de la geología mexicana del siglo XX, en este caso a la especialización del conocimiento de los minerales en México.<sup>76</sup>

La trayectoria profesional de Álvarez Jr. fue extensa, su quehacer científico relevante y de resonancia histórica trascendente. Por ello en 1965 recibió el reconocimiento de las Palmas Académicas de Francia, en su grado de Oficial. El nombramiento fue cuatripartito, pues también se condecoró al Ing. Guillermo Pardo Salas, entonces director del Instituto Geológico, al subdirector del Banco Nacional Agropecuario, Ing. Emilio Alanís Patiño, así como al secretario General de la Escuela de Minas de la UNAM, Ing. Carlos Castillo Tejero. La noticia sobre este suceso fue publicada en la primera plana de la Gaceta de la Universidad del 18 de octubre de ese año bajo el título *Condecoraciones a cuatro técnicos mexicanos*. En su contenido podían leerse algunos detalles del suceso, así como la razón y objeto de tal distinción: "Cuatro técnicos mexicanos recibieron de manos del señor Raymond Offroy, embajador de Francia en México, la condecoración de las Palmas Académicas en Grado Oficial, que otorga aquel país, en reconocimiento a su labor de cooperación entre las dos naciones y a sus méritos como investigadores en el campo de las ciencias".<sup>77</sup>

## APORTACIONES A LA GEOLOGÍA MEXICANA DE MEDIADOS DEL XX

La contribución de Álvarez Jr. a la geología mexicana de mediados de siglo XX se puede resumir en dos aspectos: el aporte para la especialización de diversas ramas de la geología, entre las cuales destacan los estudios regionales, estratigráficos y tectónica, y su participación estratégica en la reorganización de las actividades exploratorias en México, a través de su papel como funcionario de órganos estatales y fundador

<sup>75</sup> Torres Montúfar, "La Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros", pp. 2-6.

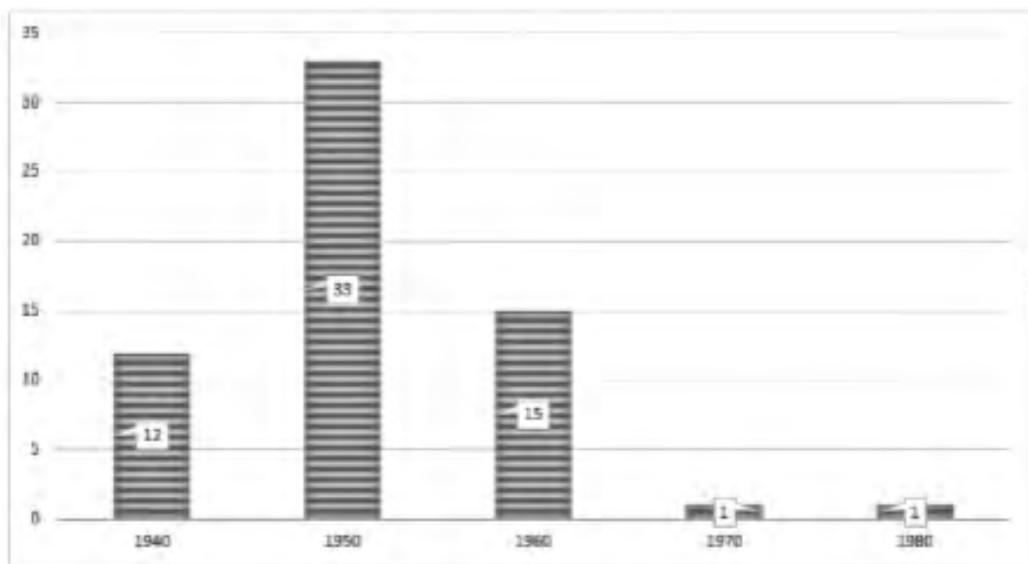
<sup>76</sup> Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", p. 52.

<sup>77</sup> Gaceta de la Universidad, "Condecoraciones a cuatro técnicos", p. 1.

de la AMGP. Ambos aspectos se concatenan en torno a su práctica profesional y, como ha podido verse, se vincularon de manera directa al contexto sociohistórico y económico del mediados de la centuria anterior.

Ahora bien, es interesante presentar un breve análisis de su práctica escrita para determinar de forma más clara su contribución a la geología. La mayor parte de la obra escrita de Álvarez Jr., fue realizada mientras se desempeñaba como geólogo especializado de Pemex. Lo que no resulta extraño si se recuerda que además tenía a su cargo la jefatura de Estudios Especiales. El número reducido de sus publicaciones no extraña la complejidad de su contenido.

**Grafica 1. La obra escrita del Ing. Manuel Álvarez Jr. por década**

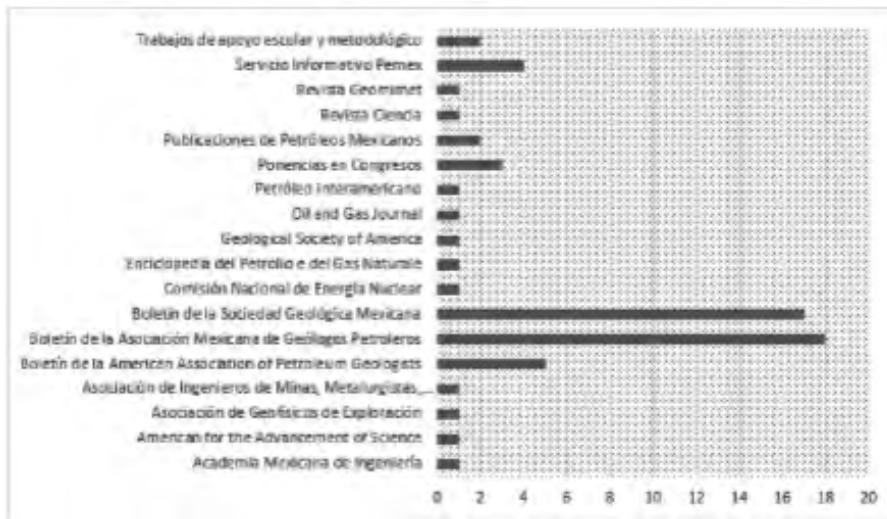


Fuente: Elaboración propia con base en Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", pp. 52-55.

El gráfico muestra que la década más productiva en cuanto a producción escrita de Álvarez Jr. fue la de 1950, con 33 textos. La década de los cuarenta fue la que marcó el despegue de su actividad científica con el 19.35% del total de su producción escrita, en adelante, entre las décadas de los cincuenta y sesenta publicó el 77.42% del total de sus investigaciones, es decir, 48 textos, esto se explica en parte a la prioridad que recibieron los trabajos de exploración en Pemex, pero también a su participación en la elaboración del código estratigráfico y su inserción a la industria minera de yacimientos nucleares, mientras que a las décadas de los setenta y ochenta corresponde el 3.23%, lo que manifiesta la disminución de su actividad profesional y finalmente la conclusión de la misma en 1984.

Por otra parte, se muestran los medios de difusión a través de los cuales se difundieron los textos de Álvarez Jr.:

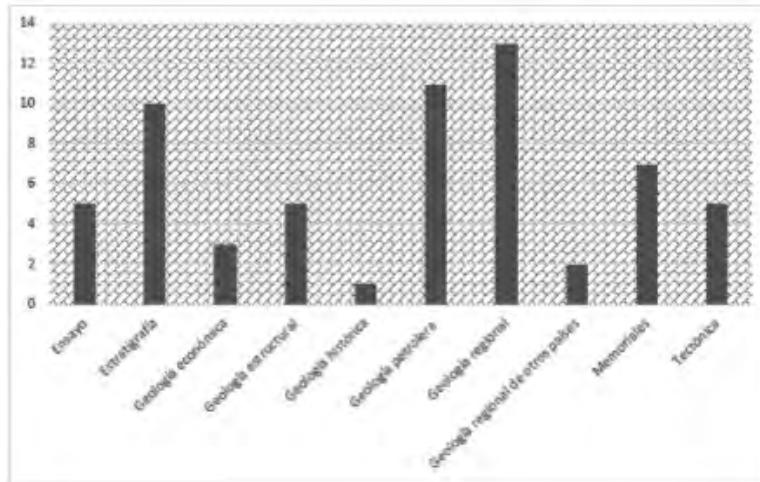
Grafica 2. Trabajos por publicación del Ing. Manuel Álvarez Jr.



Fuente: Elaboración propia con base en Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", pp. 52-55.

El gráfico nos recuerda la relevancia que adquirieron las sociedades científicas y sus boletines como órganos difusores de las propuestas y trabajos científicos de sus miembros. Los boletines en que mayormente se pueden ubicar sus textos son los correspondientes a la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, la Sociedad Geológica Mexicana y la American Association of Petroleum Geologists, sumando en dichos boletines 40 trabajos. Esto se conecta con los puestos estratégicos que ocupó, por ejemplo, en la SGM, sociedad de la que fue presidente de 1947 a 1958 y la AMGP de la que fue cofundador en 1948. Destacan también algunas publicaciones en el extranjero, en particular los Estados Unidos, Italia y Venezuela.

**Grafica 3. Trabajos del Ing. Álvarez Jr. por disciplina**



*Fuente:* Elaboración propia con base en Ruiz Vázquez, Calderón García, "Memorial to Manuel Álvarez Jr.", pp. 52-55.

La grafica nos muestra las diferentes ramas que cultivó Álvarez Jr., entre las que sobresalen los estudios sobre geología regional, estratigrafía, tectónica y geología petrolera. Esto puede explicarse debido a la importancia que los estudios geológicos regionales adquirieron para el hallazgo de campos petroleros, así como de la aplicación de los principios estratigráficos y tectónicos para juzgar las posibilidades petrolíferas de determinada región. Asimismo, sobresalen los memoriales y los escritos de tipo ensayo. Es interesante hacer notar que los temas que conforman la obra escrita del ingeniero capitalino se vincularon de lleno con su contexto histórico, en particular con los programas de desarrollo económico, lo que confirma que la geología se convirtió en la base científica de la explotación de los recursos naturales en México.

Su obra escrita contempla trabajos hechos a partir de la geología regional con perspectiva económica, incursionó en varias ramas geológicas como la tectónica y la estratigrafía, disciplinas de importancia nodal en la búsqueda de hidrocarburos. Asimismo, se incluyen los textos emanados de su participación en la Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica, pues son de importancia clave para lograr conformar una terminología, un lenguaje en común que fuera utilizado por la comunidad geo-científica norteamericana y americana. La obra escrita del ingeniero Álvarez Jr. puede entenderse como una contribución directa al cuerpo de conocimientos geológicos del México del siglo XX, al analizar sus textos se advierte la importancia de estos como herramienta teórica y metodológica y como base que permitió el desarrollo de posteriores trabajos en el marco de la búsqueda de yacimientos petroleros. Un ejemplo de ello fue su trabajo sobre la tectónica de México que puso a disposición de la comunidad geológica por primera vez un mapa tectónico de la República Mexicana.

## CONCLUSIONES

La vida y obra científica del Ing. Manuel Álvarez Jr. se destacó por estar completamente entregada a la geología. Su carrera profesional fue sinónimo de una dedicación y esfuerzo constante, lo que le permitió ser uno de los geólogos más conspicuos del siglo XX. Mediante el análisis de su quehacer profesional se ha buscado demostrar la relevancia de su práctica científica para el desarrollo nacional que se buscó configurar a través de la política de industrialización por sustitución de importaciones.

La elaboración de este trabajo también nos arroja conclusiones interesantes en torno a la historia de la geología del siglo XX en México, los nichos donde se dio su construcción epistemológica, así como los actores científicos que participaron en el devenir de su progreso. Si bien, aquí sólo se aborda la vida y obra científica de uno de esos personajes, la perspectiva planteada bien puede allanar el camino para planear investigaciones de mayor profundidad que busquen mostrar un panorama más completo en torno al progreso de las ciencias de la tierra en México.

## FUENTES CONSULTADAS

### BIBLIOGRAFÍA

Baptista González, David Martín, "La creación de la primera carrera de ingeniero petrolero en la Universidad Nacional", tesis de licenciatura inédita, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

Bárcena, Alicia, "Pactos sociales para más democracia e igualdad: la persistente y tenaz importancia del Estado y la política en el desarrollo de América Latina y el Caribe" en Antonio Prado y Ricardo Carneiro (coordinadores), *Desarrollo e integración en América Latina*, Santiago de Chile, Naciones Unidas/CEPAL, 2016, pp. 287-302.

Cárdenas, Enrique, "El proceso de industrialización acelerada en México (1929-1982)", en Enrique Cárdenas, José Ocampo y Rosemary Thorp (compiladores), *Industrialización y Estado en la América Latina*, México, FCE, 2003, pp. 240-274.

Cleaves, Peter S., *Las profesiones y el Estado: el caso de México*, Ciudad de México, Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México, 1985.

De la Borda Álvarez, Joel, *Crónica del petróleo en México. De 1863 a nuestros días*, México, Archivo histórico de PEMEX, 2016.

Meyer, Lorenzo, *México y los Estados Unidos en el conflicto petrolero, 1917-1942*, México, El Colegio de México, 1981.

Ortuño Arzate, Salvador, *El mundo del petróleo*, Ciudad de México, FCE, 2009.

Pedro Salas, Guillermo, "Sumario estadístico de la minería mexicana", en *Sumario Estadístico de la Minería Mexicana*, Consejo de Recursos Naturales no Renovables, 1967, pp. 1-2.

Taton, René, "Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias", en Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña, Juan (coordinadores), *Historia de las ciencias*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987, pp. 70-85.

Trabulse, Elías, "En búsqueda de la ciencia mexicana", en Juan J. Saldaña (compilador), *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*, México, UNAM, 1989, pp. 309-336.

## HEMEROGRAFÍA

Adem, Julián, "Ricardo Monges López, fundador de la Facultad de Ciencias", en *Revista de Ciencias UNAM*, (abril-junio 1983), pp. 42-45.

Aguayo, Fernando, "¿Tranvías o ferrocarriles? El Distrito Federal 1857-1873", en *Mirada Ferroviaria*, núm. 28 (septiembre-diciembre 2016), pp. 6-17.

Álvarez Jr., Manuel, "Bases científicas de exploración minera", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 21, núm. 1(1958), pp. 67-82.

———, "Futuras provincias petroleras de México", en *Petróleos Mexicanos*, Servicio de información, núm. 81 (mayo 1950), pp. 3-27.

———, "El marco regional de los campos petroleros de Indonesia", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 5, núm. 5-9 (1953), p. 137.

———, "Ideas actuales sobre la génesis del petróleo", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 24, núm. 1 (1961), pp. 65-72.

———, "Manuel Rodríguez Aguilar (1910-1956)", *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 19, núm. 2 (1956), pp. 61-62.

———, "Provincias fisiográficas de la República Mexicana", *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 24, núm. 2, pp. 5-20.

———, "Sección de información bibliográfica", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 10, núm. 1 (1958), p. 113.

———, "Tectonics of Mexico", en *Boletín de la American Association of Petroleum Geologists*, vol. 33, núm. 8 (1949), pp. 1319-1335.

———, "Teodoro Flores Reyes (1873-1955)", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 18, núm. 2 (1955), pp. 87-89.

———, "Versión castellana de la redacción preliminar del Código Estratigráfico", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 22, núm. 1 (1959), pp. 5-32.

Amor Ríos, Antonio, Discurso ante la III Convención, Técnicos del Departamento de Exploración, Ciudad de México, 1948.

Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, "Acta levantada en la Reunión para crear la Comisión para Uniformizar las Nomenclaturas y Términos de la Geología y Ciencias Afines en los Países de Habla Española", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 8, núm. 9 (1956), p. 561.

Borrello, Ángel V., Cuerda, Alfredo J., "Sobre el código de nomenclatura estratigráfica y su significación", en *Anales de la Comisión de Investigación Científica*, vol. 4 (1963), pp. 515-521.

Diario Oficial de la Federación, "Decreto por el que se crea el Instituto Nacional de la Investigación científica", 28 de diciembre de 1950.

Gaceta de la Universidad, "Condecoraciones a cuatro técnicos mexicanos", en *Gaceta de la Universidad*, vol. 13, núm. 40, 18 de octubre de 1965, p. 1.

Guajardo S., Guillermo, "El papel del Instituto Mexicano del Petróleo en el cambio tecnológico de Pemex: la búsqueda de un margen de maniobra en el subdesarrollo, CA, 1965-1990", ponencia presentada en el II Congreso de la Asociación Mexicana de la Historia Económica, 27-29 de octubre de 2004.

Hernández Sánchez Mejorada, Santiago, "Manuel Rodríguez Aguilar (1910-1956)", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 19, núm. 2 (1956), pp. 61-62.

Mina Uhink, Federico, Álvarez Jr., Manuel, Castillo Tejero, Carlos, "Sesión Solemne en Memoria del Ing. Manuel Rodríguez Aguilar", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 9, núm. 7 (1957), pp. 567-580.

Paz Paredes, Margarita, "Aportación de México a las Ciencias Físico-Matemáticas una entrevista con Margarita Paz Paredes con el Dr. Nabor Carrillo Flores", en *Revista de la Universidad de México*, vol. 4, núm. 48 (diciembre de 1950), pp. 1-4.

Rodríguez Aguilar, Manuel, "Mensaje del presidente de la asociación", en *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 1, núm. 1 (1949), pp. 1-2.

Saldaña, Juan J., "El sector externo y la ciencia nacional: el conservacionismo en México (1934-1952)", en *Quiipu*, vol. 11, núm. 2 (mayo-agosto 1994).

Sarukhan Kermez, José, "Innovo Alberto J. Flores la enseñanza de la ingeniería civil", en *Gaceta UNAM*, núm. 2349, 16 de enero de 1989, s/p.

Sociedad Geológica Mexicana, "Acta de la Sesión plenaria de la H. Cámara de Senadores en la que el senador Lic. Alberto Terrones Benítez dio cuenta de los trabajos de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 20, núm. 1 (1957), pp. 76-80.

Sociedad Geológica Mexicana, "El Premio Spendiarov en ocasión de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 19, núm. 2 (1956), pp. 55-57.

Terrones Benítez, Alberto, "El significado del geólogo ante la economía nacional", en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 19, núm. 1 (1956), pp. 86-91.

Torres Montúfar, Óscar Moisés, "La Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros y la administración de Antonio Bermúdez en PEMEX (1949-1958)", Ponencia presentada en las Jornadas de Historia económica de la AMHE 2015.

Zoltan de Cserna, "La evolución de la geología en México (1500-1929)", en *Revista del Instituto de Geología*, vol. 9, núm. 1 (1990) pp. 13-17.

## FUENTES ELECTRÓNICAS

Ancestry, "Recopilación parcial de registros eclesiásticos de México, 1537-1966. Núm. 136: Manuel María de Guadalupe Del Sagrario Corazón de Jesús Lorenzo de la Santísima Trinidad Álvarez", *Ancestry*, [http://interactive.ancestry.mx/61089/MM9.3.1\\_2FTH-267-12577-1012-49/158289808?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/61089/MM9.3.1_2FTH-267-12577-1012-49/158289808?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de septiembre de 2020].

———, "Registro Civil, Nacimientos, 1861-1931", *Ancestry*, [http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225\\_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de septiembre de 2020].

———, "Registro Civil, Nacimientos, 1861-1931", *Ancestry*, [http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225\\_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults](http://interactive.ancestry.mx/60396/007636225_00193/159245386?backurl=%2f%2fsearch.ancestry.mx%2fcgi-bin%2fsse.dll%3fgst%3d-6&ssrc=&backlabel=ReturnSearchResults), [consultado el 20 de septiembre de 2020].

Cano, Juan Carlos, "El lago de Texcoco", en *Letras Libres*, <https://www.letraslibres.com/mexico/el-lago-texcoco>, [consultado el 20 de septiembre de 2021].

Geneanet, "Francisco Javier Álvarez Álvarez", *Geneanet*, <https://gw.geneanet.org/sanchiz?lang=es&p=francisco+javier&n=alvarez+alvarez>, [consultado el 20 de septiembre de 2020].

Juárez Lucas, Patricio, "Ferrocarriles y revolución. 1910-1915: guerra, movilidad y vida cotidiana", en *Revista Mirada Ferroviaria*, <https://www.miradaferroviaria.mx/ferrocarriles-y-revolucion-1910-1915-guerra-movilidad-y-vida-cotidiana/>, [consultado el 10 de septiembre de 2021].

Ruiz Vázquez, Mariano, Calderón García, Alejandro, "Memorial to Manuel Alvarez, Jr. 1905-1989", en *The Geological Society of America*, <http://www.geosociety.org/documents/gsa/memorials/v22/Alvarez-M.pdf>, [consultado el 10 de noviembre de 2020].

Saldaña, Juan J., "Ciencia para la actividad productiva", en *Canal del INEHRM*, <https://www.youtube.com/watch?v=OZNTdERXKto>, [consultado el 11 de septiembre de 2021].

Williams Howell, Kleinpell RM y Wisser EH, "Nicholas Lloyd Taliaferro (1890-1961)", en *Portal Universidad de Berkeley*, <https://eps.berkeley.edu/content/nicholas-lloyd-taliaferro>, [consultado el 11 de septiembre de 2021].