

DE FRANCIA A SAN LUIS POTOSÍ.
CIRCULACIÓN DE CONOCIMIENTOS
Y LECTURAS LOCALES EN LA SEGUNDA
MITAD DEL SIGLO XIX

José Alfredo Rangel Silva
El Colegio de San Luis

En 1897 el abogado Wistano Luis Orozco publicó en San Luis Potosí el folleto *Las aguas subterráneas*, un “extracto de las mejores obras y observaciones del autor, sobre la manera de encontrar y sacar a la luz los manantiales y depósitos de agua ocultos bajo de tierra. Librito de gran utilidad práctica para los agricultores y ayuntamientos de las ciudades”.¹ Orozco estaba especializado en litigios por propiedades agrarias, con varias publicaciones sobre asuntos jurídicos, y era además un entusiasta de la geología. Esa afición se combinaba con su experiencia profesional y le permitía entender la importancia de las aguas subterráneas:

No ha mucho tiempo me fue encomendado, como abogado postulante, un negocio en que se ventila una cuestión de aguas, estimadas éstas en un valor de 50 000 pesos. Para corresponder a la confianza que en mí depositaron mis clientes, caballeros inteligentes y ricos,

Fecha de recepción: 26 de octubre de 2020

Fecha de aceptación: 1º de junio de 2021

¹ “Las aguas subterráneas”, *El Estandarte* (26 feb. 1897).

me fue necesario hacer un estudio prolijo acerca de las corrientes subterráneas; cosa grata para mí por ser esa materia una rama de la Geología, ciencia a la cual he sido muy aficionado.²

Aunque esa familiaridad es entendible ¿por qué un abogado publicaría un manual de hidrogeología para principiantes? Parece una extravagancia surgida de sus gustos personales y sus requerimientos profesionales. Sin embargo, el folleto tomaba como base un tratado de 1856 del abate francés Jean-Baptiste Paramelle, que aplicaba un método conocido en geología y paleontología como método de Zadig y que corresponde a lo que actualmente se identifica como paradigma abductivo. Es un método de investigación diferente del paradigma científico positivista, porque se basa en la interpretación de signos y no en la verificación experimental ni en análisis matemáticos.³ Entonces, el folleto potosino representa un caso concreto de la circulación, lectura y adaptación de un método hidrogeológico francés, y es una muestra del mundo científico e intelectual de la época. ¿Cómo se dio esa circulación o transferencia?, ¿cómo fue recibido y leído en francés en México ese tratado? Los actores involucrados fueron sacerdotes y abogados, “letrados” entusiastas de la ciencia, como se les llama en la historiografía, así como ingenieros.⁴ Intervinieron además diversas variables socioculturales, como los conceptos semióticos de investigación y de ciencia, además del valor práctico que tenía el tratado francés. Para tener un marco adecuado del proceso recurro al

² OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 5. Sobre Orozco véase RANGEL SILVA, *Ave de las tempestades*.

³ Una definición de ciencia positivista en RAJ, “Beyond Postcolonialism”, p. 337; un comentario reciente sobre el positivismo decimonónico en RODRIGUEZ, “Beyond Prejudice”, pp. 807-817. Sobre la interpretación de signos o semiosis véase DANESI, “Introducción”, pp. 11-17.

⁴ Sobre amateurs, entusiastas y expertos de la ciencia en el siglo XIX, SALDAÑA y AZUELA, “De amateurs a profesionales”, pp. 135-172, y NIETO-GALAN, *Los públicos*.

enfoque de las geografías de la lectura, que privilegia localizar en espacios y tiempos específicos las recepciones y apropiaciones de textos, sus “lecturas”, para poder especificar el proceso de circulación/transferencia de conocimientos que dio lugar a *Las aguas subterráneas*.⁵

Procedo primero con una explicación breve y limitada del paradigma abductivo, enseguida analizo el tratado de Paramelle, después presento su recepción en España y México. Revisar la recepción española de Paramelle proporciona un punto de comparación para el proceso mexicano. Finalmente, reviso el folleto de Orozco. Para tal efecto he revisado la prensa periódica, así como folletos y libros de geología e hidrogeología de la época, para identificar en lo posible los contextos temporales, epistemológicos, socioculturales, técnicos e idiomáticos involucrados. Cabe señalar que buena parte del material utilizado se encuentra disponible en línea.

EL PARADIGMA ABDUCTIVO

Como Carlo Ginzburg mostró hace tiempo, el paradigma abductivo (o indiciario, como le llamó), estuvo en auge durante el siglo XIX y, mientras se desarrollaba de forma paralela al paradigma positivista, dio pie tanto a personajes literarios, como a métodos de análisis en historia del arte y en el psicoanálisis de Freud.⁶ Este paradigma se ha desarrollado mucho más en la semiótica, hasta constituir “el método de investigación científica

⁵ Como ya se ha dicho, la lectura-recepción de saberes es un asunto complejo, negociado y contingente. Véase LIVINGSTONE, “Science, Text”, pp. 391-401. Un ejemplo en RUPKE, “A Geography”, pp. 319-339. Para la circulación del conocimiento véase MEUSBURGER, “The Nexus”, p. 35. RAJ, “Beyond postcolonialism”, pp. 337-347. Una crítica al concepto de circulación de conocimientos en PRITCHARD, “From hydroimperialism”, p. 605. Un reciente balance de estos temas en LIPPHARDT y LUDWIG, “Knowledge Transfer”.

⁶ GINZBURG, *Mitos*, pp. 138-175; GINZBURG, *Historia nocturna*, pp. 33-34. Véase también ECO, *Los límites*, p. 262.

más ampliamente conocido y aceptado dentro de las ciencias behavioristas, cognitivas y sociales”.⁷ Organiza la investigación alrededor de indicios, huellas o rastros para obtener un conocimiento aproximado, conjetural, sobre acontecimientos, hechos o procesos ocurridos en tiempos pasados. Las disciplinas que lo utilizan son cualitativas pues “tienen por objeto casos, situaciones y documentos individuales”, y sus resultados “tienen un margen insuprimible de aleatoriedad”, lo que las diferencia de aquellas sustentadas en los “criterios de cientificidad” específicos de la ciencia con base positivista: cálculos matemáticos, experimentación y cuantificación.⁸

Es revelador que el principal exponente del enfoque semiótico, el filósofo y matemático estadounidense Charles S. Peirce, desarrolló sus propuestas en la segunda mitad del siglo XIX, es decir, cuando el método de Zadig estaba en auge.⁹ Fue él quien dio fundamento y sistema a una forma de conocimiento que tenía siglos de estar presente en Occidente. Resulta importante entender su propuesta de la semiosis como una “relación triádica entre un signo, su objeto y su intérprete”, y el signo como un concepto con una base triple: icono, índice y símbolo; el índice es el signo que “se refiere al objeto que denota en virtud de estar realmente afectado por aquél”, y “actúa siempre como un signo cuya dirección vectorial está orientada hacia el pasado”.¹⁰ De manera que huellas y rastros son signos o índices que cuentan

⁷ DANESI, “Introducción”, p. 14. Tomo *paradigma* como la matriz disciplinar de una ciencia compartida por sus practicantes y que incluye una imagen de cómo es el mundo y los métodos para conocerlo. Véase KUHN, *La tensión esencial*, p. 321. Algunas críticas al concepto en KINDI, “Kuhn’s Paradigms”, pp. 91-111.

⁸ GINZBURG, *Mitos*, pp. 147-148; RAJ, “Beyond Postcolonialism”, p. 337.

⁹ Sobre Peirce véase McNABB, *Hombre*; BELLUCCI, “Eco and Peirce”. Thomas Sebeok y Umberto Eco son los especialistas más conocidos que desarrollan las propuestas de Peirce, por lo que recurro a algunos de sus trabajos.

¹⁰ SEBEOK, *Signos*, pp. 10 y 61-79; McNABB, *Hombre*, pp. 97-153.

historias escritas en códigos descifrables por expertos.¹¹ El desciframiento es una interpretación probabilística o conjetural; aun así, quien sabe interpretar puede inferir hechos no visibles, eventos o causas en el pasado a partir de indicios visibles y rastros en el presente.¹² En resumen, elementos en primera instancia subestimados o desechados pueden ser materiales analizables, o “leíbles”, mediante el paradigma abductivo para que revelen lo oculto y descifren lo enigmático.¹³ Claro que se requiere de un experto que cuente con el conocimiento necesario para identificar en los detalles al animal que dejó un rastro, al ser extinguido, a la información entre líneas en un texto, al autor de una pintura, o las intenciones y reacciones de una persona.¹⁴

Desde el siglo XVIII la historia natural y la paleontología adoptaron el paradigma abductivo como “método de Zadig”, llamado así por un relato de Voltaire sobre un sabio dedicado al estudio de la naturaleza, que reconocía las características de los animales sólo con ver sus huellas y rastros.¹⁵ En el siglo XIX destacados paleontólogos, como Georges Cuvier y Thomas Huxley, señalaban que los fósiles constituían “una huella más segura que todas las de Zadig”.¹⁶ Huxley supuso que el método “mancomunaba la historia, la arqueología, la geología, la astronomía física y la paleontología” en cuanto permitía elaborar “profecías retrospectivas”; disciplinas “impregnadas de diacronía, no podían sino estar referidas al paradigma indicial o adivinatorio”.¹⁷

¹¹ SEBEOK, *Signos*, pp. 27-49.

¹² SEBEOK, *Signos*, pp. 75-93. BELLUCCI, “Eco and Peirce”, p. 2. Véase PEIRCE, “Lecciones”.

¹³ RICOEUR, *La memoria*, p. 226.

¹⁴ GINZBURG, *Mitos*, pp. 154-156.

¹⁵ Puede verse el relato en ECO, *Los límites*, pp. 264-267. Se trata de un relato muy antiguo, GINZBURG, *Mitos*, pp. 144 y 156.

¹⁶ Véase HUXLEY, *On the method*.

¹⁷ Para Huxley el inventor del método de Zadig fue el sabio Nicolás Steno, que en 1669 identificó una antigua especie de tiburón a partir de un diente fosilizado; HUXLEY, *On the method*. GINZBURG, *Mitos*, p. 157.

Eran ciencias históricas porque “buscan reconstruir en la imaginación humana eventos que han desaparecido y dejado de ser.”¹⁸ Su contemporáneo, el filósofo de la ciencia William Whewell, las definió como disciplinas paleoetiológicas.¹⁹ Para interpretar cualquier huella o rastro se debía conocer y manejar el lenguaje adecuado, un código que además proporcionara una teoría sobre cómo es la realidad: “No podemos leer ninguna de las inscripciones que la naturaleza nos presenta, sin interpretarlas mediante algún lenguaje al que estamos acostumbrados a hablar”.²⁰ La geología, en formación durante el siglo XIX, compartía esa perspectiva; uno de sus fundadores, Charles Lyell, decía que los interesados en teorizar sobre “los agentes productores de mudanzas” en la corteza terrestre, al tener conocimientos escasos conjeturaban con base en ideas preconcebidas, por lo que estaban en “condición de principiantes que, empeñados en leer una historia escrita en lengua extranjera, dudan del significado de los términos más ordinarios”.²¹ Para superar tal situación:

Nos vimos en la necesidad de acopiar una multitud de hechos y de enfrascarnos en largas series de razonamientos [...] Consideramos tales tópicos como abecedario y gramática de la geología, no porque esperemos hallar en tales estudios la clave para la interpretación de todos los fenómenos geológicos, sino porque constituyen el fundamento sobre el cual hemos de alzarnos para la contemplación de cuestiones más generales.²²

¹⁸ “They are retrospectively prophetic and strive towards the reconstruction in human imagination of events which have vanished and ceased to be”, HUXLEY, *On the method*.

¹⁹ CASARES, “El tiempo”, pp. 1-29. ÁLVAREZ, *Filosofía*, pp. 92-97. SNYDER, “William Whewell”.

²⁰ Whewell citado en CASARES, “El tiempo”, p. 5. Actualmente la paleontología todavía utiliza el método de Zadig. Véase COHEN, *La Méthode*.

²¹ LYELL, “La transformación”, p. 93. Véase CAMARDI, “Charles Lyell”, pp. 537-560.

²² LYELL, “La transformación”, pp. 99-100.

La historia de la corteza terrestre podía leerse con base en una “gramática de la observación”, mediante el registro de los hechos geológicos y su análisis razonado. Lyell también equiparó la geología con la historia, la naturaleza con un texto, y los indicios con monumentos y archivos:

Un historiador debería, si es posible, estar bastante familiarizado con la ética, la política, la jurisprudencia, el arte militar, la teología; en una palabra, con todas las ramas del conocimiento mediante las que se pueda obtener cualquier comprensión de los asuntos humanos, o de la naturaleza moral e intelectual del hombre. No sería menos deseable que un geólogo estuviera bastante versado en química, historia natural, mineralogía, zoología, anatomía comparada, botánica; para acabar pronto, en cada ciencia relacionada con la naturaleza orgánica e inorgánica. Con estas habilidades, el historiador y el geólogo difícilmente fallarían en sacar conclusiones correctas de los varios monumentos dejados por acontecimientos pasados. Sabrían referir efectos análogos a combinaciones de causas, y estarían capacitados para proveer, mediante inferencia, información de muchos eventos sin registro en los defectuosos archivos de eras anteriores.²³

Ese concepto de la naturaleza como archivo-documento-libro, donde las huellas del pasado pueden ser leídas por el experto, fue incorporado por los geólogos mexicanos. Uno de ellos explicaba en 1884 que, en los trabajos de exploración y recopilación de datos, las huellas de la actividad humana y de los cambios geológicos convertían a los paisajes en textos “que hay que saber interpretar”.²⁴ Otro ingeniero, Mariano Bárcena, escribió en 1885 que: “La tierra en su conjunto es un gran libro; sus páginas están formadas por las capas terrestres, los datos o

²³ LYELL, *Principles*, pp. 3-4.

²⁴ Citado en URIBE, “Exploración”, p. 25.

hechos de su historia se encuentran en los modos en que esas hojas se presentan, y en las marcas que en ellos dejaron los seres que han poblado la tierra en las diversas épocas”.²⁵ Todavía en 1923 otro ingeniero escribió: “La naturaleza es un hermoso libro documentado en donde todos los hombres podemos leer”.²⁶ El paradigma suministró el contexto epistemológico desde el que el abate Paramelle elaboró su método para localizar aguas subterráneas.

PARAMELLE Y LOS INICIOS DE LA HIDROGEOLOGÍA

Jean-Baptiste Paramelle fue abate en el departamento de Lot, en el mediodía francés. En una parroquia, Cornac, los constantes problemas por la falta de agua llamaron su atención.²⁷ Estudiante y observador, además de aficionado a la geología y la mineralogía, elaboró un método para localizar aguas subterráneas que presentó al Consejo General de Lot, en 1827, tan efectivo que se le subvencionó para continuar con sus trabajos de localización de manantiales.²⁸ En 1832, el obispo de Cahors lo liberó de su responsabilidad parroquial para que se dedicara por completo a su cargo de “hydroscope du département du Lot”.²⁹ Su método para localizar aguas “salubres et abondantes” por toda Francia alcanzó una eficacia de 90% de los intentos. En 1854 Paramelle dejó de hacer sus recorridos, se retiró y se dedicó a escribir un

²⁵ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, p. viii.

²⁶ OBREGÓN, *La irrigación*.

²⁷ Véase PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 329-331; también PARAMELLE, *L'Art de découvrir*, pp. 346-348. Véase TAINNE y CHOPPY, “Un des premiers”, pp. 53-58. Abate era un tipo de clérigo en Italia y Francia diferente de abad.

²⁸ El estudio *Mémoire hydrologique et géologique sur le département du Lot* está en la biblioteca municipal de Cahors. Véase “Un mémoire inédite de l'abbé Paramelle publié par le spéléo-club de Paris”, disponible en <http://www.spel-leoclubdeparis.fr/spip.php?article136>.

²⁹ TAINNE y CHOPPY, “Un des premiers”, p. 53.

libro sobre su método.³⁰ *L'art de découvrir les sources* fue publicado en 1856, con tanto éxito que una segunda edición apareció en 1859.³¹ En esos años los geólogos sólo presentaban generalidades sobre manantiales: “Ninguno de ellos ha designado categóricamente el punto fijo en que debe hacerse la perforación para hallar la corriente de agua, ni indicado un medio cualquiera para conocer su profundidad y volumen”.³² Era la época de auge de los pozos artesianos debido a espectaculares éxitos en Francia, si bien fracasos igualmente espectaculares representaron ingentes pérdidas a los involucrados.³³

Ocupados enteramente de los manantiales que se hallan en profundidades inmensas, y que no pueden obtenerse sino con gastos enormes, parece que ninguno de ellos ha fijado la atención sobre los innumerables manantiales ordinarios, que las mas de las veces no se hallan sino a algunos metros debajo de tierra, al alcance de casi todas las casas, y accesibles a todas las fortunas.³⁴

En ese contexto su libro, precedido de su fama como eficaz hidroscopto, fue muy bien recibido. Ahora bien, su éxito era comúnmente asociado con asuntos sobrenaturales, por lo que Paramelle debió desmentir los rumores:

El medio de descubrir los manantiales que ha estado más en boga, el que ha obtenido más crédito entre los ignorantes y hasta entre algunas personas instruidas, es la vara adivinatoria. Aunque he operado yo muchas veces con todas las precauciones prescritas, y

³⁰ PARAMELLE, *L'Art de découvrir*, pp. 364-373.

³¹ TAISNE y CHOPPY, “Un des premiers”, p. 54. Le siguieron otras ediciones hasta el fin de siglo.

³² PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. xii-xiii.

³³ Véase LYELL, *Principles*, pp. 298-302; PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 301-307.

³⁴ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. xiii.

he pasado y repasado sobre corrientes de aguas subterráneas, cuyo conducto me era bien conocido, jamás he observado que esta vara haya hecho por si misma el menor movimiento entre mis manos [...] por consiguiente no puede la tal vara adivinatoria servir de nada en la indicación de los manantiales.³⁵

Sin embargo, en el francés de mediados del siglo XIX “hidroscopo” significaba una persona “que se supone tiene la facultad de sentir las emanaciones de aguas subterráneas”, mientras que la hidroscopia se definía como la “falsa facultad de sentir las emanaciones de las aguas subterráneas”, y como “adivinación por medio del agua”.³⁶ Es decir, hidroscopia era sinónimo de adivinación. Una reseña en una revista muestra la importancia de acabar con la confusión:

¡Qué desencanto para los aficionados a cosas extraordinarias y a la prestidigitación, y para los fervientes adeptos a la fórmula cabalística y a la varita mágica! El arte de descubrir las fuentes, tal como lo concibe y practica el abate Paramelle, no procede en efecto de sueños de imaginación, sino que es el resultado de la observación apoyada sobre los datos mas positivos de la geología y de la geognosia. Estudiando la conformación de la costra terrestre, sus prominencias y depresiones, las alturas, las vertientes, las llanuras y las corrientes de agua, es como el autor ha conseguido descubrir el camino que debe conducirle a su objeto. La distribución y la repartición de las aguas sobre la superficie del globo, le han servido de punto de partida para darse cuenta de la formación y de la dirección de las corrientes subterráneas.³⁷

³⁵ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. xiii-xiv; PARAMELLE, *L'Art de découvrir*, pp. iii-iv.

³⁶ DOMÍNGUEZ, *Diccionario Universal*, p. 775.

³⁷ *Las mejoras materiales* (25 de marzo de 1858); el original de 1856 fue publicado en *Journal d'agriculture pratique, de jardinage et d'économie domestique*,

Además de “estudiar los terrenos, y recoger el crecido número de observaciones” para dar forma a su método, Paramelle señaló que la geognosia era la ciencia “más a propósito para dar a conocer las corrientes de aguas subterráneas” por estar enfocada en conocer los terrenos superficiales y los “ocultos”.³⁸ El abate no usaba de matemáticas sino de “observaciones hechas sobre terrenos visibles, que han sido reconocidas más o menos constantes en una gran multitud de lugares, y nos dan medios de juzgar por inducciones probables cuál es la naturaleza y la inclinación de los terrenos que nos son ocultos”.³⁹ La hidroscofia “no puede ser contada entre las ciencias exactas, como la mecánica y la hidráulica y otras partes de la física”, pero utilizaba principios generales como reglas para dirigir al hidroscofo y “hacer que tenga buen éxito en la mayor parte de sus tentativas.”⁴⁰ Su propósito fue “no marchar sino a la luz de los hechos, a no admitir ninguna consecuencia que no se infiriese naturalmente de ellos, y a abandonar toda opinión y todo sistema que no estuviese apoyado sobre hechos numerosos y bien averiguados”. Sólo así su método podría ingresar “al dominio de las ciencias racionales”.⁴¹

El clérigo subrayó la necesidad de combinar el estudio en campo con el de gabinete: “estudiar la hidrografía subterránea sobre el terreno mismo, recoger el mayor número posible de hechos, coordinarlos enseguida, y ver si serían concordantes o no”.⁴² Era primordial reconocer la configuración de montañas, valles y llanuras, su distribución, su composición, sus alturas, las corrientes de agua y los ríos: “Para estar, pues, en

disponible en: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6537907d/f429.image.r=Paramelle?rk=21459;2>.

³⁸ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. xv.

³⁹ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. xvi.

⁴⁰ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. xviii.

⁴¹ Véase TAISNE y CHOPPY, “Un des premiers”, p. 53.

⁴² PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. xx.

disposición de indicar los manantiales, no basta estudiar bien esta teoría en el bufete, ni tampoco aprenderla de memoria; sino que es preciso también adquirir un conocimiento profundo de los terrenos que no se puede obtener sino hallándose sobre los terrenos mismos”.⁴³

Paramelle definió un manantial como “una corriente de agua subterránea”, propuso una tipología mínima y describió su formación en el interior de la tierra.⁴⁴ Su interés eran las corrientes cercanas a la superficie, localizables a partir de la identificación del llamado *thalweg* subterráneo, que consideraba similar al *thalweg* exterior (éste es la intersección sinuosa que forman en su base las vertientes de las colinas o montañas, por donde descienden las aguas pluviales).⁴⁵ Pero no basta conocer esa línea: “es necesario también saber cuáles son entre los puntos por donde pasa, los que pueden reunir más ventajas y ofrecer menos inconvenientes para la excavación”.⁴⁶ Enfocarse en las aguas cercanas a la superficie tenía una racionalidad económica, ya que las obras de aprovechamiento serían poco costosas.⁴⁷ La perspectiva de éxito era buena si se seguían sus consejos:

A apoyado sobre el conocimiento de muchos millares de fuentes naturales que he observado, y sobre el gran número de excavaciones que se han hecho a indicación mía, puedo asegurar que, salvas algunas excepciones que se indicarán más adelante, *en cada valle, vallecito, desfiladero, garganta y pliegue de terreno hay una corriente de agua visible u oculta*. La que es visible, corre por la superficie del terreno, porque está sostenida por una capa impermeable; y la que está oculta, corre también sobre una capa impermeable, pero

⁴³ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. 165.

⁴⁴ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 60-64.

⁴⁵ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, 6. *Thalweg* en alemán significa camino del valle; en español se llama vaguada. COMISIÓN, *Guía de traducción*, p. 50.

⁴⁶ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp.139-140.

⁴⁷ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 279-307.

está cubierta de un terreno permeable que no puede sostenerla en la sobrehaz de la tierra. Así pues, el que conoce bien las leyes que rigen las corrientes de agua visibles, puede conocer y seguir paso a paso una corriente de agua oculta, porque todas están sujetas a las mismas leyes y se conducen de la misma manera.⁴⁸

El “arte” del abate combinó los conocimientos geológicos y minerales de su época con sus minuciosas lecturas de paisajes ecológicos para realizar inferencias certeras sobre las corrientes subterráneas; es decir, constituía un ejemplo del método abductivo. Una anécdota permite ver a Paramelle actuar como el Zadig volteriano:

A últimos de agosto de 1835, el día después de mi llegada a Poitiers, los Directores del seminario daban a los miembros del cabildo de aquella ciudad una comida a la que tuve el honor de ser invitado. Habiendo oído decir aquellos señores que yo indicaba los manantiales sobre los mapas de Cassini, al levantarnos de la mesa hicieron traer los del país. M. Samayault, vicario general, me presentó uno y me dijo. *Caballero, yo he sido párroco en aquella parroquia, que él me mostraba con la punta del dedo; en todo su territorio no hay más que un manantial conocido; ¿podría usted indicarlo?* Después de haberlo examinado unos cuantos segundos, respondí: *Este manantial se halla a unos 120 metros al poniente de aquella casa. Señores, dijo lleno de admiración el vicario general dirigiéndose a los concurrentes, esta designación es de una exactitud perfecta: el manantial se halla precisamente en el punto que el señor indica con la punta de su cortaplumas y a unos 120 metros al poniente de aquella casa aislada, y sin embargo no se ve en este mapa ningún indicio de fuente ni de arroyo.* Otros miembros del cabildo me hicieron muchas preguntas del mismo tenor, y a todas contesté de la misma manera.⁴⁹

⁴⁸ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 127-128.

⁴⁹ PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 131-132, nota a pie.

Sin embargo, además de competir con los pozos artesianos, la propuesta del abate fue opacada por un procedimiento cuantitativo.⁵⁰ El ingeniero Henry Darcy, que estableció un sistema de abastecimiento de agua para Dijon, Francia, también desarrolló una ecuación para medir flujos de agua que ahora es una ley para calcular la conductividad hidráulica de los materiales, por lo que es considerado el fundador de la hidrogeología cuantitativa.⁵¹ Con todo, Paramelle ofrecía una alternativa a los métodos cuantitativos. ¿Cómo fue leído su libro en México? Para entenderlo presento primero su recepción en España, como comparativo de lo sucedido en México.

PARAMELLE EN ESPAÑA Y EN MÉXICO

Hasta mediados del siglo XIX existió una división convencional en el cultivo del conocimiento: física y química eran parte de la “filosofía natural”, biología y geología de la “historia natural”.⁵² Con la subsecuente especialización la geología y la hidrogeología se ubicaron dentro de las ciencias naturales, mientras que se dio “su inclusión al interior de las ciencias exactas desde los inicios del siglo XX hasta la actualidad”.⁵³ En España las instituciones que dieron cobijo a la geología y la hidrogeología fueron el Cuerpo de Ingenieros de Minas en 1835, la Real Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, fundada en 1847, mientras la Sociedad Española de Historia Natural, fundada en 1871,

⁵⁰ Sobre el predominio en hidrogeología de las ecuaciones para medir flujos véase MARSILY, DELAY, GONCALVES, RENARD, TELES Y VIOLETTE, “Dealing with”, p. 162. Paramelle también contribuyó a la espeleología, TAISNE y CHOPPY, “Un des premiers”, pp. 56-57.

⁵¹ La Ley de Darcy se aplica en hidrología, hidrogeología, ingeniería civil, ingeniería química e ingeniería petrolera. Véase BOBECK, “Henry Darcy’s”, pp. 25-31; SIMMONS, “Henry Darcy”, pp. 1023-1038.

⁵² WATSON, *Convergencias*, p. 62.

⁵³ JIMÉNEZ SALAS, “El boletín”, pp. 33-40.

aglutinó a profesionales y aficionados.⁵⁴ Pero fue un entusiasta, el presbítero Nicolás Soldevilla, quien tradujo la segunda edición del libro de Paramelle en 1863. Su traducción tuvo bastante difusión pues en 1869, cuando el gobierno español impulsó un programa de bibliotecas públicas, el libro estuvo entre las obras distribuidas.⁵⁵ Ahora bien, desde 1860 el médico, naturalista y geólogo, Juan Vilanova y Piera citó la primera edición de *L'Art de découvrir les sources* entre los “tratados elementales” de consulta para su *Manual de Geología aplicada*, que se convirtió en libro de texto en universidades españolas.⁵⁶ Posteriormente, en su *Teoría y práctica de pozos artesianos y arte de alumbrar aguas*, de 1880, considerado el primer tratado de hidrogeología publicado en España, Vilanova volvió a apoyarse, entre otros autores, en Paramelle.⁵⁷ Para Vilanova la hidroscofia, “adoptando la opinión de Paramelle, a la parte del libro que, basada en los estudios teóricos que preceden, tiene por objeto alumbrar aguas, o en otros términos, hacer salir a la superficie, por cuantos medios sean posibles, el agua existente en el interior”.⁵⁸ En 1884 el ingeniero Andrés Llauradó mencionó, en el *Tratado de aguas y riegos*, que el texto del abate era referencia obligada para buscar aguas subterráneas.⁵⁹ Llauradó revisó sus propuestas a la luz de los avances que la geología y la hidrogeología habían hecho durante las décadas transcurridas. Destacó la “excesiva generalidad” de la teoría del francés pues en muchos casos el *thalweg* subterráneo, clave del posible manantial, no tiene

⁵⁴ MARTÍNEZ SANZ, “Científicos y naturalistas”, pp. 169-170.

⁵⁵ ESPINILLA, DE LA FUENTE y GONZÁLEZ, “Las bibliotecas”, pp. 157-174. En 1868 un semanario de Murcia citó el *Arte* de Paramelle, “Economía rural y doméstica”, en *El Avisador* (1^o de octubre de 1868).

⁵⁶ PELAYO y GOZALO, *Juan Vilanova*, p. 74. En 1862 una revista mencionó los cálculos del abate sobre rendimientos de manantiales, “Investigación”, p. 81.

⁵⁷ PELAYO y GOZALO, *Juan Vilanova*, pp. 87-89.

⁵⁸ Citado en PELAYO y GOZALO, *Juan Vilanova*, p. 91.

⁵⁹ LLAURADÓ, *Tratado de aguas*, pp. 226-228.

relación con el visible.⁶⁰ Así que, al menos durante tres décadas, la obra del abate fue lectura obligada y tema de discusión para entusiastas, científicos e ingenieros españoles interesados en las aguas subterráneas.⁶¹

En México la geología fue impulsada desde una perspectiva utilitaria; era considerada una “ciencia útil” pues permitía conocer mejor el territorio y las riquezas mineras del país. Desde 1833 hubo una cátedra de historia natural en el Colegio de Minería, mientras aparecía la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGE).⁶² En 1867 se creó la Escuela Nacional de Ingenieros, donde había cursos de geología y paleontología; mientras la Sociedad Mexicana de Historia Natural, establecida en 1868, integraba médicos, farmacéuticos e ingenieros de minas, algunos políticos e incluso artistas plásticos; la Comisión Geológica Mexicana (CGM) fue fundada en 1888, convertida en Instituto Geológico Nacional en 1891.⁶³ Desde mediados de siglo aparecieron varios estudios sobre ríos, cascadas y lagos, y en menor medida sobre pozos y manantiales, en un *Diccionario Universal de Historia y Geografía*, y otros en el *Boletín* de la SMGE.⁶⁴

El libro del abate también fue traducido por un entusiasta, Tomás Aznar Barbachano, abogado, escritor, político, periodista (dueño y editor del periódico *Las mejoras materiales*) y agente del Ministerio de Fomento en Campeche.⁶⁵ Desde 1858 Aznar publicó en su periódico varios capítulos de la primera

⁶⁰ LLAURADÓ, *Tratado de aguas*, pp. 239-251.

⁶¹ En 1891 una revista catalana citó la recomendación de Paramelle de tener prudencia con pozos artesianos; “Las aguas artesianas”, pp. 453-454.

⁶² GUEVARA, *Los últimos años*, p. 31. VEGA Y ORTEGA, “Los estudios hidrográficos”, pp. 1-30. Se dice que entre 1795 y 1895 se gestó la edad heroica de la geología mexicana; AZUELA, “La geología”, p. 100.

⁶³ GUEVARA, *Los últimos años*, pp. 16-22, 39; MORELOS y MONCADA, “Orígenes y fundación”, pp. 1-23.

⁶⁴ VEGA Y ORTEGA, “Los estudios hidrográficos”, pp. 1-30.

⁶⁵ GANTÚS, “El discurso político”, pp. 43-83.

edición del libro.⁶⁶ En su presentación de *L'Art de découvrir les sources* describió brevemente el medioambiente y la agricultura de temporal en la península de Yucatán, para plantear que un mejor suministro de agua impulsaría la agricultura, la industria y la demografía regionales.⁶⁷ Seguir las “leyes” o “reglas invariables” propuestas por el abate ayudaría a esa deseada transformación. Detalle relevante es su traducción de *thalweg* con la palabra maya *becan*, “camino de culebras”.⁶⁸ Sin embargo ese temprano esfuerzo de traducción no trascendió; hubo un caso similar en 1850, cuando se publicó en México el libro *Química aplicada a la agricultura*, del alemán Justus von Liebig, que contenía “las bases de la química orgánica y agrícola que vinieron a revolucionar la agricultura mediante su aplicación a la regeneración de los suelos por el uso de fertilizantes químicos”. Probablemente traducido por Vicente Ortigosa, ex alumno de Liebig, no tuvo mayor recepción pues medio siglo después “el uso de la química agrícola no se había generalizado ni se contaba todavía en el país con una industria para la producción de abonos químicos”.⁶⁹ Como contrapunto, considérese que la recepción de la obra de Liebig en Estados Unidos, con apoyo gubernamental, impulsó la edafología, la agricultura comercial, las agroindustrias y la enseñanza agrícola. Es decir, aunque el conocimiento podía circular con “rapidez” entre los individuos interesados en las novedades científicas, a mediados de siglo las circunstancias políticas, económicas y científicas en México no eran propicias para integrarlo y aprovecharlo.⁷⁰

⁶⁶ *Las mejoras materiales* (25 de marzo de 1858). Aznar fundó *Las mejoras materiales* en 1858. CELIS, “Las mejoras materiales”, pp. 373-374.

⁶⁷ *Las mejoras materiales* (25 de marzo de 1858).

⁶⁸ *Las mejoras materiales* (25 de marzo de 1858).

⁶⁹ SALDAÑA, *Las revoluciones*, pp. 15-16.

⁷⁰ La circulación de conocimientos no elimina las disparidades en su producción, tampoco en el uso que se les pueda dar, debido a las diferencias de capacidades técnicas, científicas e institucionales en cada país; MEUSBURGER, “The Nexus”, p. 35.

En los siguientes años las pocas referencias a Paramelle fueron de indiferencia o rechazo. En mayo de 1867 *El Diario del Imperio* se refirió a la hidroscofia, y mencionó a Paramelle, aunque de forma superficial.⁷¹ En 1872, los *Anales de la Sociedad Humboldt* publicaron una lectura de Ignacio de la Peña y Ramírez que criticaba y descartaba las observaciones del abate sobre los orígenes de manantiales termales.⁷² El ambiente desfavorable terminó con los trabajos del ingeniero tapatío Mariano Bárcena. En 1877 Bárcena citó las reglas del abate en un texto sobre un sistema hidrográfico en Jalisco.⁷³ En 1885 publicó un *Tratado de Geología*, en respuesta a una convocatoria del gobierno federal para que los profesores de las escuelas de Agricultura y de Ingenieros escribieran textos aplicables a las “necesidades y circunstancias especiales del país”. Incorporó la obra del abate como la base del aspecto hidrogeológico: “En las consideraciones que vamos a exponer tomaremos por guía la obra de aquel célebre hidrólogo, y citaremos ejemplos observados en el territorio mexicano”.⁷⁴

Bárcena recomendó observar con atención las corrientes superficiales y las direcciones de los *thalweg* “para buscar el curso que siguen las corrientes bajo tierra, que en el mayor número de casos puede considerarse como la proyección de las primeras”. Era necesario analizar la naturaleza de los terrenos, las rocas que los componen y sus circunstancias topográficas. Citó la regla de Paramelle: “Con pocas excepciones, *en cada valle, cañada, garganta, desfiladero o pliegue de terreno existe*

⁷¹ *El Diario del Imperio* (23 de mayo de 1867).

⁷² “Estudios sobre el origen de los manantiales”, en *Anales de la Sociedad Humboldt*, 1: 4 (1872), pp. 23-28. VIGIL, “Anales”, pp. 54-58. Véase PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 309-314. En 1876 se mencionó la muerte de Paramelle, *El mensajero católico* (11 mayo 1876).

⁷³ BÁRCENA, “Nota sobre”, pp. 278-279. Bárcena fue gobernador de Jalisco en 1889-1890 y senador por Chiapas. GUEVARA, *Los últimos años*, pp. 188-189.

⁷⁴ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, p. 230.

un curso de agua aparente o interior".⁷⁵ Detalló casos donde las corrientes subterráneas no siguen los cauces esperados debido a los accidentes orográficos; especificó que no siempre el *thalweg* visible y el subterráneo son paralelos, por lo que proporcionó instrucciones para buscar los puntos en donde hay mayor probabilidad de encontrar el manantial. Puso ejemplos como los pozos sobre corrientes subterráneas provenientes de cerros circundantes, conectados por galerías para surtir un acueducto, para dotar de agua a Guadalajara, obra del siglo XVIII.⁷⁶ Y para la relación entre capas permeables e impermeables y las aguas subterráneas se refirió a un manantial y una cañada en la hacienda Pozo del Carmen en San Luis Potosí.⁷⁷ En 25 páginas Bárcena adaptó las reglas de Paramelle para usarlas en el análisis geológico de las "circunstancias del país".⁷⁸

Entre tanto, la traducción de Soldevilla fue publicada en México en 1886 "como folletín del Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana".⁷⁹ Antes de acabar el siglo el ingeniero Rómulo Escobar publicó, en *El Agricultor Mexicano* y en *El Municipio Libre*, breves artículos sobre las indicaciones de Paramelle para localizar manantiales, y su posible aplicación a la realidad mexicana.⁸⁰ En 1898 Luis Espinosa, director del proyecto de desagüe de los lagos del Valle de México, una de las grandes obras de ingeniería del Porfiriato, utilizó los argumentos de Paramelle sobre la cantidad de agua de lluvia que se perdía por evaporación, en relación con el total que se suponía se desaguaría en México.⁸¹

⁷⁵ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, p. 230. Cursivas en el original.

⁷⁶ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, pp. 233-239.

⁷⁷ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, p. 243.

⁷⁸ BÁRCENA, *Tratado de Geología*, pp. 230-254.

⁷⁹ AGUILAR, *Bibliografía geológica*, p. 85.

⁸⁰ *El Agricultor Mexicano* (1^a sep. 1896). *El Municipio Libre* (7 feb. 1897) y *El Municipio Libre* (11 y 12 sep. 1897). Escobar fue divulgador de la ciencia, empresario educativo y director de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria. Véase TORTOLERO, *De la coa*, pp. 69-70.

⁸¹ *La Fraternal* (30 jun. 1898). Véase TORTOLERO, "Tierra, agua", pp. 174-235.

Finalmente, en 1900 la Secretaría de Fomento publicó el libro del abate, sin incluir el prólogo francés de 1859 ni el prólogo de Soldevilla de 1863.⁸² Esa edición, cuatro décadas después del original, da cuenta de las diferencias entre los esfuerzos individuales de entusiastas e ingenieros, que leían y adaptaban a Paramelle, frente a las políticas gubernamentales y las inercias institucionales, lentas e ineficientes, además de su escaso interés en las aguas subterráneas, aparte de los pozos artesianos.⁸³ De hecho, además de impulsar la formación de las cartas geológicas, la CGM estaba enfocada en los pozos artesianos “con objeto de proporcionar agua de irrigación a los vastos y estériles suelos de los estados del norte”.⁸⁴ Con similar lentitud el público en general identificó a los ingenieros de minas y geólogos como los poseedores de un conocimiento “científico” para localizar manantiales, pues para ellos la geología de una zona era “un libro abierto” para investigar aguas subterráneas.⁸⁵ En estos contextos apareció en San Luis Potosí el folleto de Wistano Orozco.

EL FOLLETO POTOSINO

El agua era un asunto primordial en San Luis Potosí: “la cuestión de aguas no sólo es grave para esta ciudad: lo es para un gran número de poblaciones y para todos aquellos campos no regados por corrientes exteriores que los fecundicen”.⁸⁶ Ubicados en un medio semidesértico, la ciudad y su entorno padecen frecuentes sequías.⁸⁷ Así que la búsqueda de soluciones era asunto cardinal:

⁸² PARAMELLE, *Arte de descubrir los manantiales*.

⁸³ Véase ABOITES, *El agua*, pp. 167-168; sobre pozos artesianos véase WALSH, *Virtuous Waters*, pp. 67-90.

⁸⁴ MORELOS y MONCADA, “Orígenes y fundación”, p. 16.

⁸⁵ ABOITES, *El agua*, p. 169.

⁸⁶ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 7. En contraste, la Ciudad de México tenía abundancia de agua y cientos de pozos artesianos. WALSH, *Virtuous Waters*, pp. 67-90.

⁸⁷ Véase ESCOBAR, *Desastres agrícolas*, pp. 204-230.

“Ya por la prensa, ya en las conversaciones de los particulares, se agita con grande interés la cuestión de si podrá obtenerse agua potable en San Luis Potosí por medio de pozos artesianos, o por algún otro medio, que no se acierta a designar”.⁸⁸ En ese escenario *Las aguas subterráneas* salió de la imprenta en enero de 1897 con dedicatoria al gobernador, general Carlos Diez Gutiérrez, quien concedió varios encargos a Orozco desde su llegada al estado en 1896. Lo hizo director del periódico *El Correo de San Luis*, integrante de una Comisión de Códigos para impulsar la modernización normativa en el estado y miembro suplente del Supremo Tribunal de Justicia estatal.⁸⁹

He sido testigo de los meritorios esfuerzos de vd. por resolver el trascendental problema de ministrar a esta capital y a las demás ciudades importantes del estado abundante agua potable[...] en presencia de la horrible situación en que la falta de aguas pluviales ha puesto a la agricultura de esta entidad, que tan patrióticamente gobierna Vd. Mientras tales cosas han pesado en su ánimo, he escrito yo las presentes desaliñadas páginas sobre Aguas Subterráneas, y he creído que no sería inoportuno dedicar a vd. esas páginas.⁹⁰

El patrocinio estatal parecía la mejor posibilidad para impulsar la adopción del método de Paramelle, además del interés que pudiera suscitar entre hacendados, comerciantes y empresarios locales. Orozco había adelantado la publicación del capítulo I de su folleto en *El Municipio Libre*, a mediados de 1896, en el mismo número en el que Rómulo Escobar publicó sus notas sobre Paramelle.⁹¹ Pero el abogado no se presentaba como geólogo o hidrólogo, ni buscaba competir profesionalmente con

⁸⁸ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 7.

⁸⁹ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 2.

⁹⁰ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 3.

⁹¹ *El Municipio Libre* (19 jun. 1896).

ellos, sólo quería difundir sus conocimientos entre quienes los pudieran aprovechar:

Escribí el presente librito, plagado de defectos, pero que, me atrevo a firmarlo, será grandemente útil a los propietarios y hombres de empresa. No está escrito para los doctos, está escrito para los hombres de trabajo; y mi grande recompensa será saber, que muchos agricultores honrados y sencillos se han hecho más ricos, aplicando al descubrimiento de manantiales las reglas prácticas y claras, que en estas páginas hallarán formuladas y explicadas.⁹²

Atribuía la invención de las reglas a los “autores ilustres” de la Hidrografía, disciplina que “supone el conocimiento de la Geología: esta ciencia supone el conocimiento de la Mineralogía, y ésta, el conocimiento de la Física y la Química, que suponen todavía el conocimiento de la Álgebra, la Geometría y otros conocimientos preparatorios”. Ante tal amplitud y complejidad, fuera de su competencia profesional, sus objetivos eran moderados.

Me he propuesto únicamente dar una opaca antorcha a los propietarios, para ponerlos en aptitud de saber si en sus fincas existen corrientes subterráneas, para llamar a un ingeniero ilustrado que saque a luz esas corrientes, o para hacer ellos mismo experiencias poco costosas. Éstas, nada más, son mis modestas aspiraciones.⁹³

Orozco hacía lo que en la actualidad se llama “divulgación” de la ciencia: “me ha parecido que será de utilidad pública vulgarizar, en cuanto me sea posible, ciertos conocimientos”.⁹⁴

⁹² OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 5-6.

⁹³ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 6.

⁹⁴ Se puede comparar su intento con los de Matías Romero, un político “letrado” que buscó divulgar saberes científicos útiles. VEGA Y ORTEGA, “El político”, pp. 1-16.

Con base en la traducción de Soldevilla de 1863, y en el texto de Mariano Bárcena de 1885, el folleto establecía que “las corrientes subterráneas son más numerosas de lo que se cree y lo que es más aun, puede señalarse su curso con certidumbre en la casi totalidad de los casos”. De inicio señaló el postulado básico del abate: “en todo valle, cañada, garganta, desfiladero o plegamiento de terreno, existe una corriente de agua *aparente u oculta*, que sigue constantemente su propio thalweg”.⁹⁵ Y explicó este último término así:

Se entiende por thalweg “el camino del valle”, es decir: la línea sinclinal interior, o sea la línea de intersección de los planos inclinados, que forman las vertientes de las montañas de ambos lados del valle, o la línea de intersección de los estratos de ambas montañas. Este thalweg no es exclusivo de los valles; existe naturalmente en toda cañada, desfiladero o repliegue geológico de los terrenos. Nosotros llamaremos eje del valle o de la cañada, etc., a esa línea sinclinal interior donde se confunden los estratos de ambas eminencias o levantamientos.⁹⁶

Enseguida apuntó la otra regla del abate: “Paralelamente a toda corriente exterior temporal, hay otra corriente permanente interior”.⁹⁷ Propuso ejemplos de algunos lugares en San Cristóbal, Jalisco, donde cascadas que brotaban de los manantiales subterráneos regaban cañaverales, platanares y naranjales. “El autor de estas líneas ha observado este importante y bello fenómeno, en muchísimas de las corrientes tributarias del gran río de Santiago a su paso por el Municipio de San Cristóbal, primer Cantón de Jalisco”.⁹⁸ Comenzó el capítulo II señalando que no siempre coincidía el *thalweg* superficial con el subterráneo,

⁹⁵ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 7. Cursivas en el original.

⁹⁶ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 8.

⁹⁷ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 8.

⁹⁸ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 9. Orozco era de San Cristóbal.

debido a las diferencias en los relieves orográficos. Por ello debían buscarse otros indicios en el terreno:

Las corrientes subterráneas suelen estar indicadas por la presencia de árboles que sólo pueden prosperar en grande humedad, tales como los sauces, álamos, higueras blancas, sabinos, etc.; la presencia de estos árboles es un dato cierto y exacto de que bajo su tronco se encuentra el agua con más o menos abundancia. Otro de los signos ciertos de una corriente subterránea son ciertos fosos o lumbreras naturales que se forman en todas las depresiones exteriores del terreno por donde sigue su marcha la corriente subterránea.⁹⁹

Mientras el “ilustre ingeniero D. Mariano Bárcenas” puso como ejemplo de ese fenómeno una corriente subterránea en la hacienda de Cazadero, Querétaro, Orozco mencionó que en Matehuala, San Luis Potosí, se encuentra un manantial con características similares.¹⁰⁰ Los fosos mencionados eran los *bentoi-res*, y debían estar acompañados de los “árboles de humedad”.¹⁰¹ Presenta además una transcripción de “un periódico español” sobre indicios de aguas subterráneas, como la presencia de ciertas plantas y árboles “en un terreno que parece no deberles convenir”, de plantas “que viven más habitualmente en los pantanos”, de vapores sobre los terrenos antes de la salida del sol, o después del ocaso, la presencia de arcillas en excavaciones, etc. En realidad, Paramelle tomó la cita del periódico francés *Globe*, así que Orozco no utilizó el texto francés original.¹⁰² De hecho,

⁹⁹ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 11.

¹⁰⁰ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 11.

¹⁰¹ Orozco tomó *bétoires*, plural del nombre francés dado a los pozos o resumideros naturales en la superficie; de BÁRCENA, *Tratado de Geología*, p. 233. PARAMELLE, *Arte de descubrir*, p. 195, usó *bétoires*, palabra traducida como “hoyos llenos con cascajo” por Aznar Barbachano en 1860, pero Soldevilla la tradujo como “hoyos”.

¹⁰² OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 12-14; PARAMELLE, *L'Art de découvrir*, pp. 410-412, y PARAMELLE, *Arte de descubrir*, pp. 389-391.

el folleto cita la traducción de Soldevilla, aunque sin fecha de edición.¹⁰³ Estos dos capítulos se enfocan en explicar “la manera en que se forman las corrientes subterráneas de agua: de las líneas que siguen en su curso: de los signos ciertos exteriores, de su presencia interior y de los signos probables de su existencia”.

En el capítulo III proporciona un glosario de términos topográficos, así como indicaciones de dónde sería más difícil encontrar manantiales, como en las lomas y colinas, en terrenos de granitos y basaltos, terrenos de “calizas celulares”, terrenos volcánicos, etc.¹⁰⁴ El capítulo IV se concentra en “discernir el lugar o lugares más a propósito para hacer excavaciones y poner de manifiesto un manantial subterráneo”, como al pie de una pendiente por donde discurre un *thalweg*, en el punto central de un circo de montañas, o cerca de su desembocadero, etc. Orozco advirtió que un propietario “ilustrado sobre los manantiales subterráneos que hay en sus posesiones” debía llamar a “un perito hidrógrafo que practique las obras necesarias para el aprovechamiento de las aguas; y es a este perito a quien corresponde calcular el costo de dichas obras y el volumen de agua que puede encontrar”. También sugirió leer los “capítulos 17 y 18 de la excelente obra de Paramelle”.¹⁰⁵ En la parte final habla de los pozos artesianos, donde menciona la teoría “fundada en la ley hidrodinámica de que ‘los líquidos tienden siempre a su propio nivel’, la misma teoría de los vasos comunicantes”, así como las especificaciones mínimas para encontrarlos “donde existen y no donde se desean”, de lo contrario se disparaban los gastos de particulares y ayuntamientos, y aparecían los fracasos.

Así hemos visto fracasar a los contratistas, en el pozo artesiano que se intentó en el jardín de Escobedo en Guadalajara y el intento en la

¹⁰³ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 22.

¹⁰⁴ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 14-19.

¹⁰⁵ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 19-23.

espaciosa Alameda de esta ciudad. Para un hombre medianamente iniciado en el arte hidrográfico, estos fracasos eran de predecirse con absoluta certidumbre. Ni en una ni en otra parte hay las más remotas señales de que bajo los puntos escogidos tenga sus profundos caminos alguna corriente de agua.¹⁰⁶

En la capital potosina era “casi imposible el éxito feliz de un pozo artesiano”, en cambio Orozco sugirió realizar excavaciones en el “término de la Cañada del Lobo” y en Morales, lugares entonces ubicados afuera de la ciudad, por donde las corrientes de aguas superficiales descienden de las sierras que la circundan; aunque también aconsejó prudencia.¹⁰⁷ Cerró su folleto citando las consideraciones y reservas de Paramelle sobre pozos artesianos: pocas veces se tenía éxito en su perforación, y eran muy costosos.¹⁰⁸

Aparte de Paramelle y de Bárcena, Orozco citó a un Brehm o Brehem, a “una sociedad de sabios españoles”, y el texto *Guide du Sondeur* de “Deguseé”.¹⁰⁹ Alfred Edmund Brehm fue un naturalista alemán que publicó un trabajo en seis volúmenes; los textos fueron traducidos y ampliados en España como una enciclopedia de historia natural. El volumen VIII versa sobre mineralogía, geología y paleontología, y fue atribuido por el editor, Juan Vilanova y Piera, a una “Sociedad de Naturalistas”.¹¹⁰ En cuanto a Joseph Marie Degousée, publicó *Guide du Sondeur* en 1847 en Francia, sobre pozos artesianos.¹¹¹ Puede decirse que

¹⁰⁶ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, p. 25.

¹⁰⁷ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 25-27.

¹⁰⁸ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 31-32.

¹⁰⁹ OROZCO, *Las aguas subterráneas*, pp. 7, 30-31.

¹¹⁰ La *Historia Natural de la Creación* fue publicada en Barcelona, en 1872-1876, VALVERDE, *Orígenes castellanos*, pp. 142-143; véase PELAYO y GOZALO, *Juan Vilanova*, p. 73.

¹¹¹ *Guide du Sondeur or Traité theorique et pratique des sondages*, disponible en <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9769494d.texteImage>.

Orozco, abogado católico jalisciense, apreció un conocimiento hidrogeológico sustentado en el método abductivo, en parte por ser configurado por un clérigo francés, que a su vez fue interpretado por un ingeniero jalisciense, así como por un naturalista español reacio al darwinismo.¹¹² Es decir, la lectura-recepción de Orozco estuvo condicionada, aparte de por su gusto personal, por su práctica profesional y por su bagaje sociocultural. Pero su esfuerzo de adaptación y divulgación de un método económico para localizar agua subterránea pasó desapercibido, pues su patrocinador Diez Gutiérrez murió en 1898, y aunque un par de ingenieros lo sucedieron en la gubernatura de San Luis, ninguno mostró interés en el tema; en cuanto a los hacendados locales, se concentraron en la construcción de represas y canales, y en perforar pozos artesianos.¹¹³

CONCLUSIONES

El folleto de Orozco no fue un ejemplar anecdótico ni la extravagancia de un abogado extraviado en el ámbito hidrogeológico. Es un producto propio del mundo científico-intelectual de la segunda mitad del siglo XIX, que permite atisbar las formas concretas en que se leían y se adaptaban metodologías, teorías e interpretaciones sobre el mundo natural. Difunde de manera sencilla y accesible un método para localizar manantiales con base en el paradigma que en semiótica se llama abducción, en auge en aquella época a pesar del creciente predominio del paradigma experimental/matemático. En principio puede parecer que la abducción como enfoque interpretativo y probabilístico atraía principalmente a quienes carecían de formación técnica, científica y matemáticas: los clérigos y abogados que, entusiasmados con la obra, el éxito y el ejemplo del abate francés,

¹¹² SEQUEIROS, “Impacto del darwinismo”, pp. 523-538.

¹¹³ NOYOLA, “Espacialidad y control”, pp. 163-185; PAREDES, *La cuenca*.

tradujeron y difundieron su libro; pero la participación de ingenieros en su recepción y análisis admite otra reflexión. En todo este proceso están presentes dos tipos de “lecturas”: la “lectura” semiótica de los paisajes geológicos como método de investigación, y la “lectura” del texto francés como recepción-apropiación; ciertamente fueron procesos distintos, pero para los protagonistas de esta historia evocaban una operación análoga, ya que la lectura hidrogeológica era equiparada a la lectura de libros. Por ello los ingenieros españoles y los mexicanos revisaron y discutieron las propuestas de Paramelle, otorgándoles legitimidad técnica-científica y adaptándolas a sus realidades. Este caso invita a repensar los derroteros epistemológicos de la reducida comunidad de profesionistas mexicanos, entre la época de la Reforma y el final del Porfiriato.

REFERENCIAS

ABOITES, Luis, *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1998.

AGUILAR, Rafael, *Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana*, México, Secretaría de Fomento, 1898.

ÁLVAREZ, Evaristo, *Filosofía de las ciencias de la tierra: el cierre categorial de la geología*, Oviedo, Fundación Gustavo Bueno, Pentalfa ediciones, 2004.

AZUELA, Luz Fernanda, “La geología en México en el siglo XIX: entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, en *Revista Geológica de América Central*, 41 (2009), pp. 99-110.

AZUELA, Luz Fernanda y Rodrigo VEGA Y ORTEGA (coords.), *Estudios geográficos y naturalistas, siglos XIX y XX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

BÁRCENA, Mariano, *Tratado de Geología. Elementos aplicables a la agricultura, a la ingeniería y a la industria*, México, Secretaría de Fomento, 1885.

BÁRCENA, Mariano, “Nota sobre el sistema hidrográfico de la hacienda de Ciénega de Mata, y su aplicación a una de las teorías que explican el origen de las fuentes naturales”, en TRABULSE (ed.), 2003, pp. 278-279.

BELLUCCI, Francesco, “Eco and Peirce on Abduction”, en *European Journal of Pragmatism and American Philosophy*, X-1 (2018), <http://journals.opene-dition.org/ejap/1122> Consultado en junio de 2020.

BOBECK, Patricia, “Henry Darcy’s Public Fountains of the City of Dijon”, en CHERY y MARSILY (eds.), 2007, pp. 25-31.

CAMARDI, Giovanni, “Charles Lyell and the Uniformity Principle”, en *Biology and Philosophy*, 14 (1999), pp. 537-560.

CASARES, Antonio D., “El tiempo y la hipótesis. William Whewell y la conformación de las ciencias inductivas”, en *A Parte Rei. Revista de Filosofía*, 35 (2004), pp. 1-29.

CASTRO, Miguel Ángel y Guadalupe CURIEL (eds), *Publicaciones periódicas mexicanas del siglo XIX, 1856-1876 (parte I)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.

CELIS DE LA CRUZ, Martha, “Las mejoras materiales. Periódico especialmente consagrado a la agricultura, industria, comercio, colonización, estadística y administración pública”, en CASTRO y CURIEL (eds.), 2003, pp. 373-374.

CHERY, Laurence y Ghislain de MARSILY (eds.), *Aquifer Systems Management: Darcy’s Legacy in a World of Impending Water Shortage*, Londres, Taylor & Francis Group, 2007.

COHEN, Claudine, *La Méthode de Zadig. La trace, le fossile, la preuve*, París, Seuil, 2011.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, *Guía de traducción de términos del agua. Español inglés portugués*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014.

DANESI, “Introducción. Thomas A. Sebeok y la ciencia de los signos”, en SEBEOK, 1996, pp. 11-17.

DOMÍNGUEZ, Ramón Joaquín, *Diccionario Universal Francés-Español, por una sociedad de profesores de ambas lenguas bajo la dirección de*, t. II, Madrid, D. R. J. Domínguez, 1845.

ECO, Umberto, *Los límites de la interpretación*, Barcelona, Lumen, 1998.

ESCOBAR OHMSTEDE, Antonio, *Desastres agrícolas en México. Catálogo histórico*, t. II. *Siglo XIX (1822-1900)*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 2004.

ESCOBAR OHMSTEDE, Antonio y Jose Alfredo RANGEL (coords.), *Haciendas, negocios y política en San Luis Potosí, siglos XVIII al XX*, México, El Colegio de San Luis, 2011.

ESPINILLA, Ma. Lourdes, Miguel A. de la FUENTE y José Luis GONZÁLEZ, “Las bibliotecas populares: una ambiciosa iniciativa cultural de la I República”, en *Tabaque. Revista pedagógica*, 17 (2003), pp. 157-174.

GANTÚS, Fausta, “El discurso político en Campeche (1905-1919): del Porfiriato al Constitucionalismo”, en *Revista Mexicana del Caribe*, VIII: 12 (2003), pp. 43-83.

GINZBURG, Carlo, *Mitos, emblemas, indicios. Morfología e historia*, Madrid, Gedisa, 1999.

GINZBURG, Carlo, *Historia nocturna. Las raíces antropológicas del relato*, Barcelona, Península, 2003.

GUEVARA FEFER, Rafael, *Los últimos años de la historia natural y los primeros días de la Biología en México. La práctica científica de Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.

HORMIGÓN, Mariano (ed.), *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, vol. 1. *La ciencia y la técnica en España entre 1850 y 1936: comunicaciones*, Zaragoza, Sociedad Española de Historia de las Ciencias, 1984.

HUXLEY, Thomas, *On the method of Zadig*, The Project Gutenberg, 2008. https://www.gutenberg.org/files/2627/2627-h/2627-h.htm#link2H_4_0001 Consultado en julio de 2020.

“Investigación”, en *Revista de Obras Públicas*, 7: 2 (1862), pp. 81-84.

JIMÉNEZ SALAS, Óscar Hugo, “El Boletín de la sociedad geológica mexicana: una fuente para el estudio de la historia de la geología en México, 1904-2004”, tesis de maestría en ciencias, México, Instituto Politécnico Nacional, 2015.

KINDI, Vasso, “Kuhn’s Paradigms”, en KINDI y ARABATZIS (eds.), 2012.

KINDI, Vasso y Theodore ARABATZIS (eds.), *Kuhn's The Structure of Scientific Revolutions Revisited*, Nueva York, Routledge, 2012.

KUHN, Thomas S., *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1996.

“Las aguas artesianas”, en *La Semana Popular Ilustrada*, II: 60 (1891), pp. 453-454.

LIPPHARDT, Veronika y David LUDWIG, “Knowledge Transfer and Science Transfer”, en *European History Online* (EGO). <http://www.ieg-ego.eu/liphardtv-ludwigd-2011-en> [2020-07-20].

LIVINGSTONE, David N. y Charles W. J. WITHERS (eds.), *Geography and Enlightenment*, Chicago y Londres, University of Chicago Press, 1999.

LIVINGSTONE, David N., “Science, Text and Space, Thoughts on the Geography of Reading”, en *Transactions of the Institute of British Geographers*, 30: 4 (2005), pp. 391-401.

LYELL, Charles, *Principles of Geology: Being an Inquiry How far the Former Changes of the Earth's Surface are Referable to Causes Now in Operation*, vol. I, *The Fourth Edition*, Londres, John Murray, 1835.

LYELL, Charles, “La transformación continua de la corteza terrestre”, en TRABULSE (ed.), 1987.

LLAURADÓ, Andrés, *Tratado de aguas y riegos*, Madrid, Imprenta de Moreno y Rojas, 1884.

MARSILY, Gh. de, F. DELAY, J. GONCALVES, Ph. RENARD, V. TELES y S. VIOLETTE, “Dealing with Spatial Heterogeneity”, en *Hidrogeology Journal*, 13: 1 (2005), pp. 161-183.

MARTÍNEZ SANZ, José Luis, “Científicos y naturalistas: una aportación a la historia de la ciencia española reciente”, en *Cuadernos de Historia Moderna y Contemporánea*, 5 (1984), pp. 163-186.

McNABB, Darin, *Hombre, signo y cosmos. La filosofía de Charles S. Peirce*, México, Fondo de Cultura Económica, 2018.

MENEGUS, Margarita y Alejandro TORTOLERO (COORDS.), *Agricultura mexicana: crecimiento e innovaciones*, México, Instituto Mora, 1999.

MEUSBURGER, Peter, “The Nexus of Knowledge and Space”, en MEUSBURGER, WELKER y WERDER (eds.), 2008.

MEUSBURGER, Peter, Michael WELKER y Edgar WUNDER (eds.), *Clashes of Knowledge. Orthodoxies and Heterodoxies in Science and Religion*, Holanda, Springer, 2008.

MORELOS, Lucero y José Omar MONCADA, “Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México”, en *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 67: 2 (2015), pp. 1-23.

NIETO-GALAN, Agustí, *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*, Madrid, Fundación Jorge Juan Marcial Pons Historia, 2011.

NOYOLA, Inocencio, “Espacialidad y control de recursos naturales en las haciendas del altiplano potosino en la segunda mitad del siglo XIX”, en ESCOBAR OHMSTEDE y RANGEL (coords.), 2011, pp. 163-185.

OBREGÓN, M. B., *La irrigación por medio de presas, canales, avenamientos y pozos artesianos*, San Luis Potosí, Talleres Gráficos de la Escuela Industrial “Benito Juárez”, 1923.

OROZCO, Wistano Luis, *Las aguas subterráneas*, San Luis Potosí, Imprenta, litografía y encuadernación de M. Esquivel y Cía., 1897.

PARAMELLE, Abate, *Arte de descubrir los manantiales, por el abate Paramelle. Obrita útil a los arquitectos, ingenieros, propietarios de fincas rústicas y demás personas dedicadas al estudio*, traducida por Nicolás Soldevilla, Madrid, Establecimiento Tipográfico de T. Fortanet, 1863.

PARAMELLE, Abate, *Arte de descubrir los manantiales*, México, Secretaría de Fomento, 1900.

PARAMELLE, M. L'Abbé, *L'Art de découvrir les sources*, París, Dalmond et Dunod, 1859.

PAREDES, Trinidad, *La cuenca artesiana de Zavala, Hacienda de Gogorrón*, México, Secretaría de Gobernación, 1923.

PEIRCE, Charles S., “Lecciones de Harvard sobre el pragmatismo, Lección IV: Tres tipos de inferencia”, 1903. <https://www.unav.es/gep/OnThreeTypesReasoning.html> Consultado en julio de 2020.

PELAYO, Francisco y Rodolfo GOZALO, *Juan Vilanova y Piera (1821-1893), la obra de un naturalista y prehistoriador valenciano. La donación Masiá Vila-*

nova en el Museo de Prehistoria de Valencia, Valencia, Museu de Prehistoria de Valencia-Diputació de Valencia, 2012.

PRITCHARD, Sara B., “From hydroimperialism to hydrocapitalism: ‘French? Hydraulics in France, North Africa, and beyond’”, en *Social Studies of Science*, 42: 2 (2012), pp. 591-615.

RAJ, Kapil, “Beyond Postcolonialism... and Postpositivism. Circulation and the Global History of Science”, en *Isis*, 104: 2 (2013), pp. 337-347.

RANGEL SILVA, Jose Alfredo, *Ave de las tempestades. Wistano Luis Orozco y las contradicciones del porfiriato en la provincia, 1884-1910*, México, El Colegio de San Luis, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2019.

RICOEUR, Paul, *La memoria, la historia, el olvido*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2013.

RODRÍGUEZ, Julia, “Beyond Prejudice and Pride: The Human Sciences in Nineteenth- and Twentieth-Century Latin American”, en *Isis*, 104: 4 (2013), pp. 807-817.

RUPKE, Nicolas, “A Geography of Enlightenment: The Critical Reception of Alexander von Humboldt’s Mexico Work”, en LIVINGSTONE y WITHERS (eds.), 1999, pp. 319-339.

SALDAÑA, Juan José y Luz Fernanda AZUELA, “De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas mexicanas en el siglo XIX”, en *Quiipu*, 11: 2 (1994), pp. 135-172.

SALDAÑA, Juan José, *Las revoluciones políticas y la ciencia en México*, t. II. *Ciencia y política en México de la Reforma a la Revolución Mexicana*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2010.

SEBEOK, Thomas A., *Signos: una introducción a la semiótica*, Barcelona, Paidós, 1996.

SEQUEIROS, Leandro, “Impacto del darwinismo en la paleontología española: Juan Vilanova y Piera (1821-1893)”, en HORMIGÓN (ed.), 1984, pp. 523-538.

SIMMONS, Craig T., “Henry Darcy (1803-1858): Immortalized by his scientific legacy”, en *Hydrogeology Journal*, 16: 6 (2008), pp. 1023-1038.

SNYDER, Laura, “William Whewell”, en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/whewell/> Consultado el 9 de julio de 2020.

TAISNE, Jean y Jacques CHOPPY, “Un des premiers hydrogéologues du karst: l’abbé Paramelle, ‘hydroscope’”, en *Karstologia: Revue de karstologie et de spéléologie physique*, 9 (1987), pp. 53-58.

TORTOLERO, Alejandro, *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*, México, Siglo Veintiuno Editores, 1998.

TORTOLERO, Alejandro, “Tierra, agua y bosques en Chalco (1890-1925): la innovación tecnológica y sus repercusiones en un medio rural”, en MENEGUS y TORTOLERO (coords.), 1999, pp. 174-235.

TRABULSE, Elías (ed.), *La ciencia en el siglo XIX*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

TRABULSE, Elías (ed.), *Historia de la ciencia en México. Estudios y textos. Siglo XIX*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2003.

URIBE, José Alfredo, “Exploración y descripción del territorio minero mexicano en el siglo XIX”, en AZUELA y VEGA Y ORTEGA (coords.).

VALVERDE, José A., *Orígenes castellanos. Navegando en descubierta. Memorias de un biólogo heterodoxo*, t. I, Madrid, Quercus V&V, 2003.

VEGA Y ORTEGA, Rodrigo, “Los estudios hidrográficos de México en el *Diccionario Universal de Historia y Geografía*, 1853-1856”, en *Intersticios Sociales*, 12 (2016), pp. 1-30.

VEGA Y ORTEGA, Rodrigo, “El político Matías Romero, las ciencias geográfico-naturales y el ambiente del sureste de México, 1870-1883”, en *Estudios Ibero-Americanos*, 46: 1 (2020), pp. 1-16.

VIGIL, Acela A., “Anales de la Sociedad Humboldt (1870-1875)”, en *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina*, 11: 2 (2008), pp. 54-58.

WALSH, Casey, *Virtuous Waters. Mineral Springs, Bathing, and Infrastructure in México*, Oakland, University of California Press, 2018; doi: <https://doi.org/10.1525/luminos.48>

WATSON, Peter, *Convergencias. El orden subyacente en el corazón de la ciencia*, México, Crítica, 2018.