

GEOFÍSICA O EL ARTE ZAHORÍ: ¿QUÉ USAR PARA BUSCAR AGUA SUBTERRÁNEA?

M. en C. Luis Gerardo Vázquez Guevara

Estudiante del Doctorado en Ciencias Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente en Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Dr. René Ventura Houle

Profesor Investigador de Tiempo Completo en Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Dr. Tomás Alejandro Peña Alonso

Profesor Investigador de Tiempo Completo en Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. Oscar Guevara Mansilla

Posdoctorante en Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Tampico Madero

Abstract

This article explores some of the difference between dowsing art and the scientifically grounded geophysical techniques in groundwater prospecting. Dowsers, based on sensory perceptions and the use of divining rods or twigs, offer an empirical view rooted in cultural tradition. However, some scientific studies have shown their effectiveness is haphazard. In contrast, geophysical techniques are based on solid physical principles and measurable observations. These techniques can, for example, detect the presence of geological structures capable of storing groundwater. Geophysical techniques provide a more precise and scientific methodology, essential for efficient water resource management today.

Keywords: Groundwater, Search, Dowsers, Geophysics

Resumen

Este artículo explora y discute algunas de las diferencias entre el arte zahorí y las técnicas geofísicas para la prospección de agua subterránea. Los zahoríes, basados en percepciones sensoriales y el uso de horquetas o varillas, ofrecen una visión empírica arraigada en la tradición cultural. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que su efectividad es aleatoria. En contraste, las técnicas geofísicas se fundamentan en principios físicos sólidos y observaciones medibles. Con esas técnicas se puede, por ejemplo, detectar la presencia de estructuras geológicas capaces de almacenar agua subterránea. Las técnicas geofísicas proporcionan una metodología más

precisa y científica, esencial para la gestión eficiente del recurso hídrico en la actualidad.

Palabras clave: Agua subterránea, Búsqueda, Zahoríes, Geofísica

Introducción

El agua subterránea es muy apta para la agricultura y la mayoría de los usos domésticos e industriales porque suelen presentar una buena calidad microbiológica y química (VenkataRao, 2014). Sin embargo, hallar aguas subterráneas es complicado porque no están a la vista. Para su exploración, existen diversos métodos. De acuerdo con Arefayne y Abdi (2016), los principales son el método de superficie, el método subsuperficial y los métodos esotéricos. Estos últimos, llamados así, por ser empíricos y fuera del alcance de la ciencia.

La búsqueda de agua subterránea, o prospección hidrogeológica, es una prioridad tanto a nivel nacional como global gracias a su buena calidad y su adaptabilidad para los distintos usos. Para los pobladores de las zonas rurales en México, contar con un pozo significa agua fresca para uso doméstico cotidiano o consumo, además de la oportunidad de regar sus cultivos. Por ello, contar dentro de su comunidad con un individuo capaz de detectar la presencia de agua bajo tierra con el simple manejo de una horqueta de madera en forma de Y entre sus manos (Figura 1), resulta tan necesario como mágico (San Román, 2007). Estas personas suelen ser referidas como “vareros” o “zahoríes”.



Figura 1: Horqueta utilizada por los vareros o zahoríes.

No obstante, desde la perspectiva técnica y científica, hallar agua subterránea requiere conocimientos especializados que se pueden obtener con estudios geológicos y geofísicos. En el último caso, específicamente, con tomografías eléctricas (TEs) o sondeos eléctricos verticales (SEVs) (López-Loera, 2014).

Bajo ese antecedente, uno podría pensar que el uso de una horqueta no tiene cabida en la prospección hidrogeológica. Sin embargo, es muy común que en las zonas rurales se solicite los servicios de los zahoríes para ubicar pozos de agua. Esto, debido a que es común que haya

personas que digan que son capaces de ubicar un pozo de agua de forma más rápida y barata que con estudios técnicos-científicos. De aquí surge la inquietud de conocer su arte.

El objetivo del presente trabajo es discutir el arte de los zahoríes y compararlo con las técnicas geofísicas utilizadas en la búsqueda de agua subterránea. A través de esta comparación, se pretende ofrecer al lector un panorama claro sobre las diferencias y similitudes entre el conocimiento empírico y el conocimiento científico en la prospección

hidrogeológica.

¿Qué es la radiestesia?

El término radiestesia proviene del latín *radius*, que significa radiación, y del griego *aisthesis*, que significa sensibilidad. Es una técnica con tintes sobrenaturales que se utilizaba para detectar radiaciones sutiles emitidas por toda materia sólida o líquida (San Román, 2007). La radiestesia ha sido históricamente empleada en una amplia gama de escenarios, desde el diagnóstico de enfermedades hasta la localización de recursos naturales y la predicción de eventos futuros.

La identificación a distancia de radiaciones o energías emitidas por cualquier cuerpo que supone que consigue la radiestesia requiere utilizar instrumentos como varillas (Figura 2), ramas y péndulos. Estos instrumentos son aparentemente capaces de detectar la vibración del campo energético emitido por la tierra. Una de las diferencias entre los radiestesistas y los zahoríes radica en los instrumentos que utilizan para la detección. Los radiestesistas emplean varillas de cobre para detectar radiaciones, mientras que los zahoríes utilizan varas de árboles para encontrar agua subterránea.



Figura 2: Varillas de cobre utilizadas por radiestesistas.

¿Qué es el arte zahorí?

El arte zahorí es una forma tradicional de radiestesia. Su nombre proviene del término árabe *zuharí*, que significa mago o adivino de la tierra. En África, las antiguas civilizaciones egipcias y los pueblos del desierto del Sahara solicitaban el apoyo de los zahoríes para

encontrar agua subterránea, cruciales para su supervivencia y la de sus rebaños. Hay una amplia documentación en el uso del arte zahorí en el centro de Europa durante la Edad Media. Su práctica fue llevada después a distintas partes del mundo a raíz de la expansión colonial europea, entre

ellas a Latinoamérica (Chaparro-Tovar y Fernández-Jiménez, 2019).

En términos generales, hablar de un zahorí es imaginar a un campesino paseando por el campo con una vara en forma de horqueta en las manos, buscando un lugar en dónde excavar un pozo de agua (Figura 3). Si la vara se inclina hacia abajo y apunta al suelo,

el zahorí sabe por su experiencia que una perforación allí tendrá éxito. Esto da a suponer que el flujo del agua subterránea en aquel punto, aunque esté a decenas de metros bajo el suelo, de algún modo influye sobre el zahorí, sobre la horqueta que maneja, o sobre ambos a la vez (Stroud, 2017).



Figura 3: Ejemplo de zahorí buscando agua con una horqueta.

Zahoríes, ¿mito o realidad?

Uno de los retos actuales para la educación científica es que la sociedad aprenda a discernir de manera informada y crítica la veracidad de afirmaciones, al igual que distinguir lo que es ciencia y lo que no. Este reto es crucial debido a que las pseudociencias,

como la radiestesia, que sustenta la práctica de los zahoríes, gozan de alto grado de aceptación (Seijas y Uskola, 2024). En este sentido, está claro que la ciencia nada tiene que ver con adivinaciones o elementos sobrenaturales que presupone la radiestesia. En el mismo sentido, la

radiestesia no debería pretender ser una técnica sustentada en la ciencia. Bajo este contexto, al zahorí se le puede considerar como alguien capaz de detectar radiaciones electromagnéticas mediante cualquier mecanismo natural aún desconocido, lo que, de entrada, no puede descartarse.

Comparación con técnicas científicas

En la tradición de los zahoríes, sus prácticas son supuestamente útiles no sólo para encontrar agua, minerales u objetos perdidos. Incluso también dicen ser capaces de adivinar números o combinaciones. Como es de esperarse, la validez científica de estas afirmaciones ha sido puesta bajo escrutinio en múltiples ocasiones.

Estudios controlados han demostrado consistentemente que los resultados de la radiestesia no van más allá del azar (González, 2015). Un argumento que se puede usar para cuestionar la efectividad de las recomendaciones de los zahoríes es que ellos suelen apoyarse en la idea general que el agua subterránea se mueve a través de ríos subterráneos. Sin embargo, el agua subterránea fluye muy lentamente a través de los poros de las rocas o fracturas. En contraste, el desarrollo de ríos subterráneos sucede en raras ocasiones y bajo condiciones muy específicas en el subsuelo. Bajo este antecedente, si esa idea general, como sustento teórico de muchos de los zahoríes, es errónea, ¿por qué las recomendaciones de los zahoríes serían correctas?

Para involucrar a la ciencia en este tema, es imperativo que se pueda medir las capacidades de los zahoríes. Dicho de otra forma, para hacer ciencia con las radiaciones no basta con decir que se detectan, se debe poder demostrar

que se puede cuantificar su intensidad, dirección y frecuencia, entre otros parámetros.

Existe radiación que puede ser detectable por las personas, sí, pero se trata de radiación infrarroja; o sea, la sensación de calor cuando nos acercamos a un objeto caliente o hay una exposición a la luz solar. Si, por el contrario, lo que los zahoríes captaran fueran ondas electromagnéticas, es justo preguntar cómo es que una horqueta las detecta.

Dicho todo lo anterior, no debe descartarse la posibilidad de que el zahorí se apoye del sentido común y conocimientos básicos o empíricos para hallar agua. Es probable que más bien se apoyen las pistas que ofrece el paisaje para localizar agua subterránea. Pistas como el color, la abundancia y tipos de vegetación en el terreno que sean más propicios a aparecer cuando el nivel freático sea más somero.

El papel de la geofísica en la búsqueda de agua subterránea

Aquellas manifestaciones de agua subterránea que suelen ser más claras, como por ejemplo a través de manantiales, se relacionan a acuíferos someros. Los acuíferos relativamente profundos, de más de 200 m de profundidad, difícilmente pueden ser identificados sin la aplicación de herramientas más sofisticadas. De hecho, no hay registro de zahoríes que hayan encontrado agua subterránea a esas profundidades.

Para tener acceso a acuíferos, someros o profundos, es necesario perforar pozos. La perforación y ademe de pozos de agua regularmente tienen costos altos. Según lo que hemos discutido en los párrafos anteriores, poner en manos de un zahorí esa inversión

puede resultar riesgosa. La alternativa técnica-científica para corroborar la presencia de agua subterránea son la aplicación de técnicas indirectas como la geofísica (Aguirre *et al.*, 2022).

La geofísica es el estudio de la física de la Tierra. Se centra en la exploración del interior de la Tierra a partir de propiedades físicas medidas en la superficie terrestre o por encima de ella, junto con modelos matemáticos para predecir dichas propiedades (Wheeler y Cheadle, 2014).

A diferencia de un zahorí, quien asegura poder detectar agua, los métodos geofísicos no detectan directamente la presencia de este recurso. Más bien, permiten registrar de manera indirecta propiedades físicas que, con la integración de datos geológicos, se puede inferir, con un buen grado de certeza, la presencia de aguas subterráneas a una profundidad determinada (Kirsh, 2009).

Para aplicar geofísica en determinada región, sin embargo, es necesario primero conocer su geología; específicamente, la orientación de los estratos del terreno (Estratigrafía) y la presencia de estructuras que corten a esos estratos, como fallas o fracturas (Geología Estructural). Una vez que se tiene idea de cómo suelen orientarse los estratos y las estructuras, es muy recomendable aplicar métodos geofísicos.

Las técnicas de prospección geofísica tienen una gran variedad de aplicaciones para la caracterización del agua subterránea. Por ejemplo, con geofísica se puede definir la geometría de los acuíferos o determinar sus características hidráulicas relacionadas con la litología (Plata Torres, 1999). Estas técnicas geofísicas han servido como un gran apoyo a la hora de

gestionar adecuadamente el uso del agua subterránea y su combinación con variables hidrogeológicas (Guevara *et al.*, 2017; Sánchez-García *et al.*, 2021).

Métodos Geofísicos

Los factores que influyen en la estimación de aguas subterráneas incluyen el grosor del acuífero y el grado de interconexión de los espacios porosos dentro del material geológico, lo cual afecta posteriormente las capacidades de almacenamiento y transmisión de aguas subterráneas de un acuífero (Jimoh *et al.*, 2023).

En la mayoría de los métodos, se despliegan sensores en el área de estudio que evalúan una propiedad física del subsuelo en respuesta a una fuente natural o activada. Para utilizar esta información en la inferencia hidrológica, es fundamental establecer un vínculo entre la propiedad física medida y la presencia de agua. Si existe tal vínculo, el éxito del método dependerá de la capacidad del especialista para deducir sus variaciones.

Qué método aplicar dependerá de distintos criterios, como el tipo de terreno, su topografía o hasta la infraestructura urbana presente. También hay que considerar en qué se desea aplicar, además de la precisión y resolución de la información que se desea conseguir.

Por ejemplo, en México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) recomienda el uso de métodos indirectos para calcular los volúmenes de infiltración de agua subterránea. En este caso, los métodos eléctricos, para muchos, es una de las mejores opciones (Sánchez-García *et al.*, 2021). Esos métodos también son muy utilizados para delimitar acuíferos y acuitardos

o para estimar la salinidad del agua subterránea (Wiederhold *et al.*, 2021).

Los métodos más utilizados para buscar agua subterránea son; resistividad de corriente continua, polarización inducida, potencial espontáneo, radar de penetración terrestre, inducción electromagnética, refracción sísmica, resonancia magnética nuclear y microgravedad (Binley *et al.*, 2015). A continuación, describiremos la resistividad de corriente continua por medio de sondeos eléctricos verticales.

Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)

Con los métodos de resistividad de corriente continua, también conocidos como geoelectrónicos, se mide la resistividad aparente de las diferentes

capas subterráneas. Para realizar esto, los sensores pueden distribuirse en el terreno de distintas formas. Una de las formas más usadas define a lo que se conoce como Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) (Jha *et al.*, 2008). Esta técnica evalúa las disparidades en la resistividad eléctrica vertical al pasar corriente a través de electrodos insertados y medir las diferencias de potencial utilizando otros electrodos conectados a un resistivímetro (Figura 4), se utiliza corriente continua de una batería seca, formando la base para el análisis de datos geoelectrónicos. Para abordar esto, se utiliza un gráfico que correlaciona la resistividad aparente con el espaciamiento de los electrodos de corriente para identificar cambios de resistividad vertical.



Figura 4: Resistivímetro utilizado para los SEV.

Conclusiones

Las técnicas geofísicas, como los sondeos eléctricos verticales (SEV) y las tomografías eléctricas (TEs), se basan en principios físicos establecidos y en la interpretación de datos cuantitativos. Estas técnicas permiten identificar indirectamente la presencia de agua subterránea mediante la medición de propiedades físicas del subsuelo, como la resistividad eléctrica. A pesar de no detectar directamente el agua, la geofísica proporciona una aproximación confiable y precisa para la prospección hidrogeológica. Por otro lado, los zahoríes usan herramientas simples que se basan en la percepción de energías, por lo que su efectividad se cuestiona científicamente.

La combinación de ambas técnicas podría mejorar la gestión del agua subterránea, pues mientras que el arte zahorí sigue siendo popular gracias a su accesibilidad y bajo costo, las técnicas geofísicas representan una opción más segura y científica.

Referencias

- [1] Aguirre, I., Maringue, J., Santibáñez, I. y Yáñez, G., El rol de la exploración geofísica en acuíferos profundos en ambientes semiurbanos y rurales en cuencas andinas de ante arco: caso de estudio en acuífero del río Ñuble, valle central de Chile, *Andean Geol.*, 49[1], pp. 18-54, 2022.
- [2] Arefayne, H. y Abdi, S., Groundwater exploration for water well site locations using geophysical survey methods. *Hydrol. Curr. Res*, 7[1], 2016.
- [3] Binley, A., Hubbard, S., Huisman, J., Revil, A., Robinson, D., Singha, K. y Slater, L., The emergence of hydrogeophysics for improved understanding of subsurface processes over multiple scales. *Water Resour. Res.*, 51[6], pp. 3837-3866, 2015.
- [4] Chaparro-Tovar, R. y Fernández-Jiménez, H., Elementos teóricos de un campesino zahorí mediante la realidad como fuente de teoría y atlas, *Observador Conoc.*, 4[2], pp. 44-58, 2019.
- [5] González, A., *Aunque te vistas de seda zahorí, zahorí te quedas*, Orbe, 16, pp 1-3, 2015.
- [6] Guevara, O., Ventura, R. y Andrade, E., Uso de sondeos electromagnéticos en la caracterización hidrológica del acuífero del altiplano de Tula, Tamaulipas. *Investigación Cienc. Univ. Autónoma Aguascalientes*, 70, pp. 23-30, 2017.
- [7] Jha, M., Kumar, S. y Chowdhury, A., Vertical electrical sounding survey and resistivity inversion using genetic algorithm optimization technique. *J. Hydrol.*, 359[1-2], pp. 71-87, 2008.
- [8] Jimoh, M., Opawale, G., Ejepu, J., Abdullahi, S. y Agbasi, O., Investigation of groundwater potential using geological, hydrogeological and geophysical methods in Federal University of Technology, Minna, Bosso Campus, North Central, Nigeria. *HydroResearch*, 6, pp. 255-268, 2023.
- [9] Kirsch, R., *Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrogeology* (Kirsch, R.; editor), Springer-Verlag, Berlin, 2009, pp. 568.
- [10] López-Loera, H., Geofísica para la localización de agua subterránea en ambientes volcánicos áridos de la Mesa Central: Caso La Dulcita,

- Villa de Ramos, San Luis Potosí, México, *Bol. Soc. Geol. Mex.*, 66[1], pp. 165-181, 2014.
- [11] Plata Torres, J., *Técnicas convencionales de geofísica de superficie aplicadas a la hidrogeología*, En M. Olmo Alarcón y J. A. López Geta (Eds.), *Actualidad de las técnicas geofísicas aplicadas en hidrogeología*. España: Instituto Tecnológico Geominero de España, pp. 21-32, 1999.
- [12] San Román, S., Zahoríes: adivinos necesarios del mundo rural. Belezos: *Rev. Cult. Pop. Tradic. Rioja*, 4, pp. 46-49, 2007.
- [13] Sánchez-García, M., Bolaina-Vazconcelos, J., Chávez-Hernández, G., Damas-López, D., Estrada-Botello, M., Mendoza-Palacios, J. y Sánchez-Hernández, R., Modelación del agua subterránea en plantaciones de palma de aceite y pastizales mediante técnicas geofísicas. *Ecosist. Recur. Agropec.*, 8[3], 2021.
- [14] Seijas, N. y Uskola, A., Creencias del profesorado en formación sobre los zahoríes y aplicación del modelo acuífero, *Enseñanza Cienc. Rev. Investig. Exp. Didáct.*, 42[1], pp. 125-144, 2024.
- [15] Stroud, B., *Radiestesia: Cómo buscar agua, minerales o incluso gente desaparecida con un sencillo instrumento*, Esenciales Robin Book, Barcelona, 2017, pp. 5-8
- [16] VenkataRao, G., Kalpana, P. y Srinivasa Rao, R., Groundwater investigation using geophysical methods- a case study of Pydibhimavaram industrial area, *Int. J. Res. Eng. Technol.*, 16[03], pp. 13-17, 2014.
- [17] Wheeler, J. y Cheadle, M., *Interactions between micro-plastics and soil fauna*, in Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, 2014.
- [18] Wiederhold, H., Kallesøe, A., Kirsch, R., Mecking, R., Pechinig, R. y Skowronek, F., Geophysical methods help to assess potential groundwater extraction sites. *Grundwasser*, 26[4], pp. 367-378, 2021.