



Reflexiones de un biólogo y un matemático acerca de la idea de la Tierra plana

Del Monte-Luna, Pablo; Nakamura, Miguel
Reflexiones de un biólogo y un matemático acerca de la idea de la Tierra plana
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 31, 2024 | e253
Espacio del Divulgador
Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Del Monte-Luna, P. y Nakamura, M. (2024). Reflexiones de un biólogo y un matemático acerca de la idea de la Tierra plana. *CIENCIA ergo-sum*, 31. <http://doi.org/10.30878/ces.v31n0a38>

Reflexiones de un biólogo y un matemático acerca de la idea de la Tierra plana

Deliberation of a Biologist and a Mathematician on the Idea of a Flat Earth

*Pablo del Monte-Luna**

Instituto Politécnico Nacional, México

pdelmontel@ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-9526-0846>

Recepción: 27 de enero de 2023

Aprobación: 30 de marzo de 2023

Miguel Nakamura

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., México

mnakamura@cimat.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-4254-9355>

RESUMEN

Se examina críticamente la idea de la Tierra plana y se discute por qué se cree en ella, así como la pertinencia de debatirla. En una Tierra plana, las explicaciones del día-noche y de las estaciones del año no son falsables ni compatibles entre sí; además, dado que carecen de poder explicativo y predictivo, la Tierra plana no es un modelo científico válido. Se sugiere que una combinación entre inconsciencia de su desconocimiento, mentalidad conspirativa y necesidad de pertenencia influyen en una persona hasta hacerla creer que la Tierra es plana. Para maximizar el efecto del debate a favor del pensamiento basado en evidencia, se recomienda exhibir públicamente las fallas argumentativas de los negacionistas de la ciencia mediante refutación técnica.

PALABRAS CLAVE: comunicación de la ciencia, negacionismo de la ciencia, pseudociencia.

ABSTRACT

We critically analyze the idea of a flat Earth and discuss what leads people to believe in it and the convenience of debate it. In a flat Earth, the explanations of day-night and the seasons of the year, are neither falsifiable nor compatible with each other; moreover, since those explanations lack predictive power, the flat Earth is not a valid scientific model. A combination of unconsciousness of their own ignorance, conspiracy mentality and need for belonging, may influence a person to the point of believing that the Earth is flat. For maximizing the outcome on the audiences in favor of evidence-based critical thinking, we suggest that the argumentative flaws of science deniers must be publicly exposed using technical refutation.

KEYWORDS: science communication, science denialism, pseudoscience.

INTRODUCCIÓN

La noción de la Tierra plana puede rastrearse desde los sumerios, babilonios y egipcios (4500-500 a. C.) (Garwood, 2008), pero fue en la Grecia antigua donde figuras como Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.), Eratóstenes (276 a. C.-194 a. C.), Posidonio (135 a. C.-51 a. C.) y Claudio Ptolomeo (100 d. C.-170 d. C.) demostraron a través de inferencia evidenciable que la Tierra es redonda (Drabkin, 1943; Eratosthenes and the Circumference of the Earth, 1943). Tal conocimiento fue refinado, difundido y aplicado hasta que, hacia el final de la Edad Media, la idea de una Tierra plana ya era contraria al saber común de su esfericidad (Martín-Prieto, 2022). A mediados del siglo XIX, esta noción recibió un impulso renovado por parte de personajes como Samuel Birley Rowbotham (alias Parallax) con la publicación de *Zetetic Astronomy* (en español, de forma irónica, significa “astronomía eséptica”, “astronomía que procede de la indagatoria” o “búsqueda de la verdad”) y de otros escritos como el libro

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

pdelmontel@ipn.mx

Zetetic Astronomy. Earth not a Globe (trad. *La Tierra no es un Globo*; Rowbotham, 2018). Posteriormente, la idea se mantuvo en relativa latencia.

Ahora, en pleno siglo XXI, gracias a la difusión que permite la plataforma digital YouTube y sus algoritmos de exposición selectiva, está aumentando alrededor de todo el mundo el número de personas que consideran que ver el Sol salir o ponerse, o las nubes iluminarse desde abajo cuando el horizonte apenas oculta el Sol, no son indicios de que la Tierra es redonda (siquiera que no es plana). Esas personas creen que una infinidad más de observaciones y mediciones no sólo siguen siendo insuficientes para probar que la Tierra es redonda, sino que son suficientes para asegurar que es plana. A este selecto grupo de pensadores se les conoce como *terraplanistas*.

Este ensayo no es un tratamiento filosófico del terraplanismo y tampoco es una investigación basada en sondeos, encuestas o entrevistas; se trata, más bien, de una disertación intelectualmente honesta que hacemos dos practicantes de ciencia con los objetivos de *a)* examinar sobre una premisa de razonamiento crítico basado en observación algunos argumentos que con más frecuencia presentan los terraplanistas, *b)* explorar las posibles razones de por qué defienden la idea de la Tierra plana, y *c)* la pertinencia de criticarlos

1. MODELO COMENTADO DE LA TIERRA PLANA

Para organizar el análisis de lo que defienden los terraplanistas, empezaremos con lo más obvio: describir la representación visual (y mental) que con más frecuencia utilizan de una Tierra plana y los principales rasgos que la acompañan y después seguiremos con la bola de nieve de implicaciones que se desencadenan. En esa representación el Sol y la Luna, que se encuentran a una altura indeterminada, se mueven encima de la Tierra en posiciones opuestas respecto al centro de un círculo (puntos antipodales sobre el círculo). El día y la noche ocurren cuando el Sol, en cualquier instante, ilumina la mitad del plano (en la otra mitad es de noche), mientras que las estaciones del año transcurren a medida que ese círculo cambia de tamaño, y se va haciendo más o menos concéntrico. El invierno ocurre en las partes del plano más alejadas del Sol y el verano en las más cercanas. En el borde o circunferencia del plano hay un muro gigantesco de hielo que contiene los océanos. He aquí uno de los modelos más comunes de la Tierra plana (figura 1).

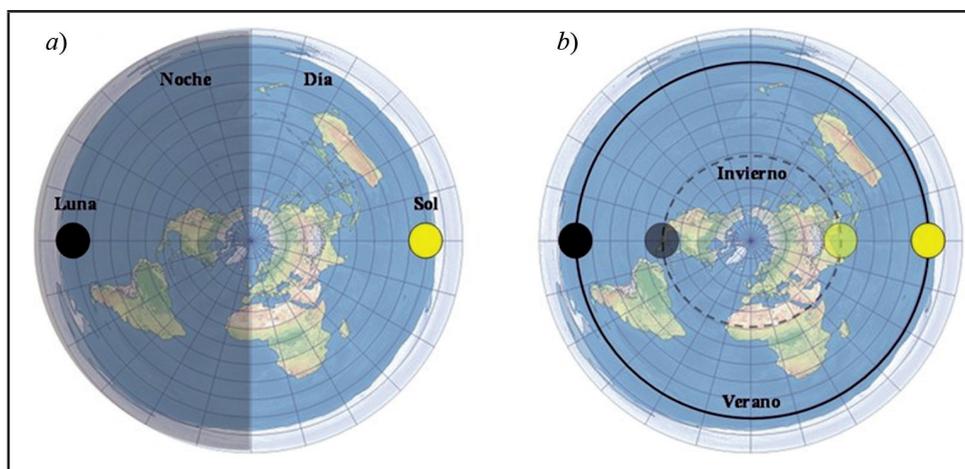


FIGURA 1

Representación esquemática de los fenómenos *a)* del día y la noche y *b)* de las estaciones del año en una tierra plana

Fuente: elaboración propia.

Nota: en la figura *b)* se muestra la ubicación de la circunferencia (línea negra continua) que el Sol y la Luna recorren durante el verano de los países más cercanos al borde. La circunferencia más pequeña (línea punteada) es el recorrido que ambos cuerpos hacen durante el invierno de esos países. La figura es una proyección cartográfica de tipo acimutal equidistante del globo terráqueo.

Un primer cuestionamiento es el tamaño del Sol y de la Luna, pues si éstos al moverse describen un círculo sobre la Tierra el tamaño de ambos cuerpos debería reducirse o aumentar a medida que se alejan o se acercan al observador, respectivamente. Esto no es así, dado que las dimensiones relativas del Sol y de la Luna se conservan durante el día y el año. Aquí entran en juego dos posibilidades: que se trate de objetos gigantesco a una gran distancia (constante) o unos comparativamente más pequeños y no tan lejanos. Si el Sol fuese el que está cerca, la temperatura aumentaría con la altitud al acercarnos a él, cuando en realidad la temperatura de la atmósfera tiende a disminuir hasta los -90°C a $\sim 90\text{ km}$ de altura. Por otra parte, si la Luna fuera muy, muy lejana, no se apreciaría el detalle de su superficie con un telescopio convencional, como de hecho se puede. Debido a que los observadores que están en cada mitad de la Tierra plana no ven sendas mitades del Sol y de la Luna, es seguro decir que ninguno de los dos cuerpos está dentro del plano. Así, estos indicios permiten razonar que el Sol y la Luna no son pequeños ni locales.

La segunda interrogante es que un sol pequeño y local, de alguna forma ilumina exactamente una de las mitades de la Tierra plana. En ésta, una parte de la luz que irradia el Sol viaja una determinada distancia hacia el punto más cercano de la línea imaginaria que divide el plano a la mitad y, de manera simultánea, viaja otra distancia mucho mayor hasta el punto más lejano de la línea, al otro lado del mundo. En realidad, la luz se dispersa en todas direcciones y la distancia que alcanza depende de la luminosidad de la fuente. Basta con encender un foco y observar cómo la luz, de forma radial, ilumina a los objetos más cercanos con más intensidad que a los objetos lejanos sin que su proyección describa una trayectoria definida, muchos menos recta. Entonces, este rasgo de la Tierra plana no corresponde con el comportamiento observable de la luz.

Un tercer cuestionamiento son las estaciones del año. Se mencionó que el paso de las estaciones en una Tierra plana sucede porque el Sol transita de una circunferencia grande en el verano de los países cercanos a la periferia, a una más concéntrica durante su invierno. En tal caso, el Sol demoraría más en darle la vuelta al circuito mayor en comparación al pequeño; sin embargo, la duración de las estaciones es constante. De otro modo, si el Sol tardase el mismo tiempo en recorrer cada círculo, entonces se movería más rápido en el de mayor tamaño y más lento en el pequeño, pero es comprobable que, a medida que la Tierra rota, el Sol surca el cielo a una velocidad constante. De hecho, en una tierra plana, la explicación del día y la noche y la de las estaciones del año son incompatibles entre sí: en el verano de los países cercanos al borde, la mitad de la Tierra está iluminada, pero al entrar el invierno el Sol se desplaza hacia el centro y la línea que divide al plano en dos se recorrería hacia la izquierda del centro, lo cual dejaría a menos de la mitad del mundo de noche (figura 1). No obstante, dos personas ubicadas en cualesquiera de las antípodas del mundo podrían constatar que, independientemente la estación del año, cuando en uno de los lugares se pone el Sol, en el otro está amaneciendo. Esto sólo es posible en una tierra redonda.

El último rasgo del modelo de la Tierra plana es la cortina de hielo que la circunvala. Esta característica tiene su origen en una ironía sin precedentes. En matemáticas, una esfera, como quiera que se le vea, tiene curvatura positiva (la “u” que perfila a un hemisferio), mientras que un plano, aunque sea circular, (visto de canto) tiene curvatura 0 o carece de ella. La única forma posible de transformar una esfera en un plano es “estirándola” y, por lo mismo, todas las proyecciones cartográficas de la Tierra obligadamente modifican la silueta y escala de los continentes. Cabe reflexionar hasta qué punto la propia representación de la Tierra en planos bidimensionales ha influido en la cosmovisión de los terraplanistas; algunos de ellos incluso consideran que el emblema de las Naciones Unidas es una señal cifrada, pero a plena vista, de la verdadera apariencia de la tierra (The Flat Earth Society, 2016).

La ironía, pues, es que el modelo más socorrido de la Tierra plana es justamente una proyección cartográfica acimutal del globo terráqueo, cuya distorsión aumenta hacia los polos; de ahí que si se toma el polo norte como punto de referencia, el Ártico sufre la máxima deformación y se convierte en el perímetro del plano (figura 1). Sería interesante ver cómo los terraplanistas explican el ciclo día-noche y las estaciones del año en una proyección de Mercator, que es el típico mapa rectangular que usan los niños en sus lecciones de geografía.

1. 1. Algunas implicaciones de la existencia de una Tierra plana

Hemos evidenciado que, en una Tierra plana, las explicaciones de dos fenómenos simultáneos (día-noche y estaciones del año), por un lado, son incompatibles con observaciones que cualquiera puede hacer y, por el otro, no es posible reunirlos en una sola representación visual y tampoco se puede hacer ninguna predicción con ellas. Por estas razones, la Tierra plana no es un modelo válido como se concibe en la ciencia. En una tierra redonda, nada de esto constituye un problema: mientras el globo rota sobre su eje, es de día en la mitad que está de cara al Sol y de noche en la opuesta; cuando la Tierra orbita al Sol, es verano en el hemisferio que recibe mayor insolación e invierno en el que recibe menos, y ésta varía entre hemisferios debido a la inclinación del eje de rotación terrestre respecto al Sol. Ahora bien, si se asume como cierta la existencia de una tierra plana, al margen de lo que ya se dijo, sobreviene un sinnúmero de implicaciones que ponen de cabeza todo el conocimiento comprobable que disciplinas científicas como la física, astronomía, cartografía y geodesia han generado durante centurias. En lo sucesivo, se abordarán algunos de los puntos que encontramos más llamativos.

La primera implicación que viene a la mente es la gravedad. Es decir, en una tierra plana significa que todo lo que se asienta sobre ella sería atraído con intensidad creciente hacia su centro de masa (en un disco coincide con el centro geométrico). En virtud de que esto no sucede así, la respuesta de los terraplanistas es descartar, de forma draconiana y definitiva, el concepto de *gravedad*. En su lugar, ellos suelen invocar el concepto de *densidad* para explicar por qué todo lo que sube tiene que bajar: los objetos más densos, dicen, se acomodan debajo de los más ligeros por el solo hecho de ser más densos. Sin embargo, despierta curiosidad que el arreglo en capas de los objetos respecto a su peso (o a su densidad), sea invariablemente en sentido vertical, como si hubiera “algo” que jalara a todos hacia abajo.

En un mundo físico, medible y falsable cualquier cuerpo posee masa y densidad, esto es, cantidad de materia y cuánto de ésta hay en un volumen. El concepto de *peso* se introduce solo cuando ese cuerpo es atraído con cierta intensidad y dirección hacia otro. Dicha atracción se llama *gravedad*, la cual, en la física newtoniana, aumenta cuanto mayor es la masa de los cuerpos y menor la distancia entre ellos. Este repaso de una clase de física elemental pareciera superfluo, pero adquiere relevancia en el mundo de los terraplanistas, pues les resulta inconcebible que haya una fuerza tan poderosa como para mantener a los océanos en su lugar, pero que sea desafiada por una mariposa cuando vuela. En este caso, el término clave para entender lo que pasa es *proporcional*: la fuerza de gravedad que la Tierra ejerce sobre los cuerpos que están cerca o sobre ella, está en razón de (o es proporcional a) su masa. Así, un cuerpo con tanta masa como un océano es atraído hacia la Tierra con mucha más fuerza que una mariposa, la cual, teniendo la misma masa que un cabello humano, es halada hacia abajo tan débilmente por la gravedad que la contrarresta el impulso vertical de su aleteo.

Otra observación digna de mencionar es un eclipse lunar, evento que sucede cuando la Tierra se interpone entre el Sol y la Luna. Ya que en la Tierra plana ambos cuerpos giran en posiciones diametralmente opuestas respecto al centro de un círculo, resulta imposible explicar este fenómeno sin recurrir a la existencia de un tercer objeto que se enfile entre aquellos dos. ¿De dónde aparece ese cuerpo y a dónde va cuando termina el eclipse? Cualquier respuesta resulta tan irracional, que la mayoría de los terraplanistas optan por esquivarla. Asimismo, la oclusión de la luz del Sol por parte de la Luna en un eclipse solar, y la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna en un eclipse lunar, con mayor o menor nitidez, son invariablemente de forma circular. Esto puede ser explicado solo si los tres cuerpos son redondos.

Para entreabrir un poco más la puerta al imaginario mundo de la Tierra plana, señalaremos unas cuantas ideas que se desprenden de las anteriores. Si el Sol y la Luna son pequeños y locales (ubicados dentro del domo que encapsula a la Tierra plana), entonces el espacio exterior no existe y, dado que la gravedad es un invento, la Tierra no gira en torno al astro rey; si el espacio exterior, junto con el resto del universo no existen, entonces el viaje tripulado a la Luna, los viajes no tripulados a Marte, Júpiter y Venus, las sondas espaciales y los satélites (y las ciencias que hicieron todo eso posible) tampoco son reales, etcétera.

Para concluir esta sección, invitamos a nuestros lectores a responder una pregunta vis a vis entre el modelo de la Tierra redonda y el de la Tierra plana: ¿Qué pruebas u observaciones pueden hacerse, usando medios accesibles, para determinar la forma de la Tierra? La condicionante es que no se debe delegar pruebas a terceros (p. ej. fotos de la Tierra) ni recurrir al argumento de “se sabe que...”. A los autores se nos ocurrió lo siguiente: que un grupo de personas grabase desde el amanecer hasta el ocaso el horizonte en su localidad. Cada una deberá ubicarse en distintos meridianos geográficos a lo largo de un mismo paralelo hasta rodearlo por completo. Las predicciones son: *a*) si la Tierra es redonda, cada individuo verá, secuencialmente, el amanecer y el Sol cruzar el cielo describiendo un arco, hasta que el primero (digamos que se ubica en México) vuelva a ver salir el Sol 24 horas después. En cambio, si la Tierra es plana, entonces: *b*) cada persona verá el Sol cruzar el cielo longitudinalmente en línea recta, de oriente a poniente. Queda la duda de si los terraplanistas aceptarían el fracaso de la predicción *b*) como prueba de que la Tierra no es plana.

2. TERRAPLANISMO Y COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

Hasta este punto, dismantelar el “modelo” de la Tierra plana ha sido un ejercicio sencillo e inclusive divertido; de hecho, los argumentos en contra de esta idea son tan obvios y las evidencias tan incontrovertibles, que no hubo necesidad de apoyarlas con citas bibliográficas, aunque si fuese menester, las referencias serían, por ejemplo, Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.: *Simplicii in Aristotelis de Caelo Commentaria*), Eratóstenes (276 a. C.-194 a. C.: *Erigone*), Galilei (1638: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*), o Newton (1686: *Philosophiæ naturalis principia mathematica*). No obstante, por más sencillas que hayan sido nuestras objeciones, el valor agregado de este ensayo es que puede ayudar a inclinar hacia el lado de la honestidad intelectual y el espíritu científico, la balanza mental de aquellos lectores que, por la razón que sea, albergan alguna consideración para la idea de la Tierra plana, o que conocen a alguien que lo haga. Dicho lo anterior, identificamos dos retos: dilucidar qué lleva a la gente a creer que la Tierra es plana y discutir si la crítica de esa idea se debe visibilizar en un terreno científico y público.

2. 1. ¿Por qué hay gente que cree que la Tierra es plana?

Según la clasificación epistemológica de Hansson (2017), los terraplanistas pertenecen al grupo de “promotores de pseudoteorías”, puesto que se venden como la fuente más confiable de conocimientos sobre un tema relacionado a la ciencia y son motivados por los aportes inalterados que suman a su propia creación. Asimismo, dada su aversión al conocimiento comprobable, caben en la intersección con el grupo de “negacionistas de la ciencia”, donde comparten espacio con los antivacunas. Los atributos comunes a ambos grupos son la atención selectiva de evidencia a favor de su idea, reticencia a nueva evidencia que refute su idea, generación de falsas controversias y expectativas irreales hacia la ciencia (incapacidad para contender con la incertidumbre inherente de un fenómeno natural); a esta lista, nos atrevemos a agregar el analfabetismo científico.

Sabiendo la taxonomía de los terraplanistas dentro de la arena social, ya podemos explorar por qué piensan que la Tierra es plana. De entrada, buena parte de su ideología es llanamente desconocimiento, pero no solo es falta de conocimiento (todos somos ignorantes en muchas cosas), sino la ilusión de que lo tienen y también la arrogancia que por lo regular trae consigo esa ilusión. Técnicamente, a la inhabilidad de reconocer la incompetencia en uno mismo se le conoce como *efecto Dunning-Kruger*. En otras palabras, alguien con un déficit considerable de conocimiento o experiencia en algún ámbito no le es posible reconocerlo, incluso si comete en repetidas ocasiones errores por esa razón, pero deja ver una confianza similar a la de alguien que no tiene ese déficit (Kruger y Dunning, 1999). Este sesgo cognitivo, del cual los terraplanistas son ejemplares, se convierte en terreno fértil para desarrollar una visión política dominada por emociones como la paranoia, cinismo e indefensión. Estas emociones, a su vez están acompañadas por una desconfianza desmedida en las instituciones de gobierno y en la gente en el

poder, es decir, una mentalidad conspirativa (Bruder *et al.*, 2013). Los terraplanistas muestran proclividad por la teoría conspirativa de que una élite conformada por los gobiernos del mundo, instituciones científicas y agencias internacionales dedicadas a la exploración espacial se confabulan para engañar al público sobre la verdadera forma de la Tierra. Dicha propensión comienza desde los videos que se ven con cierta curiosidad en YouTube sobre el tema; después, ante la incapacidad para refutar los argumentos a favor de una Tierra plana, se termina aceptando el contenido. Más todavía, para los terraplanistas, la adhesión a este movimiento implica una “conversión” durante la cual experimentan, primero, angustia emocional e ira por haber sido blanco de tantas mentiras y, después, una epifanía por haber descubierto una realidad fundamental. El individuo, al verse inmerso en un grupo con el que comparte esas mismas sensaciones, tiene una especie de experiencia espiritual (Olshansky *et al.*, 2020). El terraplanismo, por ende, otorga a su adepto un sentido de pertenencia.

Resumiendo, una combinación entre inconsciencia de su propia ignorancia, mentalidad conspirativa y necesidad de pertenencia, catalizada por videos de YouTube y sus algoritmos de exposición selectiva (Landrum *et al.*, 2021), puede transformar la forma en la que un individuo (regularmente sin educación científica) percibe su realidad hasta convencerse de que la Tierra es plana. Esta sinergia de precursores con frecuencia opera tras una fachada de experticia, mente abierta y escepticismo (disfuncional), que es transversal a buena parte de los terraplanistas. En un sentido asertivo, Olshansky *et al.* (2020) sugieren que, dado que los miembros de este grupo fueron iniciados en la idea mediante argumentos pseudocientíficos presentados como evidencia, cabe pensar que del mismo modo se les puede persuadir de abandonarla mediante argumentos científicos expuestos de forma articulada y precisa.

2. 2. ¿Vale la pena debatir públicamente la idea de la Tierra plana?

En lo tocante a visibilizar el debate científico en contra de la idea de la Tierra plana, los firmantes tenemos visiones diferentes. Uno opina que no se debiera conceder espacios de comunicación a la “polémica”, pues, siendo la idea de la Tierra plana ajena al pensamiento crítico basado en evidencia, se le otorgaría una legitimidad inmerecida al presentarla como par del conocimiento científico; así, si la idea se ignora, pronto caería en senescencia. El otro autor, en cambio, considera que el tema debe discutirse públicamente y sin tregua usando los mejores recursos de la ciencia con la convicción de que un contraataque racional e incesante tarde o temprano despojará a la idea de toda inercia. De la diferencia entre ambos argumentos surge un dilema que no puede pasarse por alto y, como es habitual, la solución a esa diferencia se ubica en un punto intermedio entre las dos posturas.

El dilema es que, si no se discuten en público ideas pseudocientíficas, como la de la Tierra plana, éstas pueden tener un efecto negativo en comportamientos sociales que favorece la ciencia (p. ej. la vacunación) (Schmid y Betsch, 2019). Si, por el contrario, la idea es refutada a plena vista, pero sin las estrategias retóricas adecuadas, inadvertidamente se le estaría difundiendo con la misma frecuencia con la que se debate. De hecho, en YouTube hay cientos de cuentas dedicadas a transmitir este contenido con un número considerable de suscriptores ya sea defendiéndolo o criticándolo (Olshansky, 2018). Los autores de este ensayo convenimos en que si se critican ideas relativamente inofensivas como la de la Tierra plana en espacios “inocuos” de comunicación (en el sentido que tienen injerencia limitada en políticas públicas), como YouTube, su resonancia en la sociedad será apenas perceptible. Coincidimos, de igual forma, en que difundir creencias sin fundamento científico que comprometan la integridad física o mental de la ciudadanía en cualquier espacio, sobre todo en los oficiales, es totalmente inadmisibles.

PROSPECTIVA

Para finalizar, hablaremos sobre cómo entablar diálogo con un terraplanista. Con toda honestidad, al ver videos en YouTube donde se discute con ellos, es común decir que son caso perdido y se voltea la vista hacia otro lado. Sin embargo, la respuesta de la ciencia a esa interrogante, apunta en un sentido diferente. Para muchos terraplanistas,

lo único que importa son las percepciones personales y un escepticismo disfuncional; por ello, un debate donde solo se presenten evidencias en contra de su idea, no tendrá el efecto deseado (Olshansky, 2018). Schmid y Betsch (2019) encontraron que la estrategia retórica llamada *refutación técnica* ha mostrado la mayor efectividad para manejar a los negacionistas en debates públicos sobre ciencia (WHO, 2017). Este recurso consiste en exhibir fallas en su estructura discursiva para que las audiencias descubran por qué la argumentación en sí misma, aunque atractiva, es incorrecta en términos lógicos. Por ejemplo, si un terraplanista señala errores en la distancia a la que un objeto debiera verse en el horizonte, se le tiene que mostrar la imposibilidad de cumplir con dicha exigencia (por efecto de refracción, espejismo, oleaje, etcétera).

CONCLUSIONES

Concluimos que las ideas pseudocientíficas se tienen que echar por tierra públicamente, pero, para hacerlo de forma eficiente se necesita un tacto informado el cual, por fortuna, proviene de la ciencia. McIntyre (2021) reconoce que la empatía, paciencia y disposición a escuchar a otras personas son requisitos indispensables para comunicar la ciencia y establecer confianza en ella. Por tanto, si se desea que el diálogo con los terraplanistas surta un efecto en las audiencias y, con suerte, en ellos mismos a favor del pensamiento científico, entonces dichos requisitos deben formar parte de una estrategia de refutación técnica (Schmid y Betsch, 2019). Así, incorporando la dimensión humana en la comunicación de la ciencia para fomentar en la sociedad el juicio crítico basado en evidencias, se genera una expectativa razonable de que haya cada vez menos personas que crean que la Tierra es plana, y, más importante aún, que haya cada vez más personas que entiendan cómo es que hoy se sabe que la Tierra es redonda.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Proyecto CONACyT CB A1S19598 y Pablo del Monte a las becas COFAA y EDI del Instituto Politécnico Nacional, así como también las aportaciones de los árbitros que mejoraron el contenido del manuscrito.

REFERENCIAS

- Bruder, M., Haffke, P., Neave, N., Nouripanah, N., & Imhoff, R. (2013). Measuring individual differences in generic beliefs in conspiracy theories across cultures: Conspiracy mentality questionnaire. *Frontiers in Psychology, 4*, 225. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00225>.
- Drabkin, E. (1943). Posidonius and the circumference of the earth. *Isis, 34*(6), 509-512.
- Eratosthenes and the Circumference of the Earth. (1943). *Nature, 152*, 473. <https://doi.org/10.1038/152473a0>
- Garwood, C. (2008). *Flat Earth. The history of an infamous idea*. PanMacmillan.
- Hansson, S. O., (2017). Science denial as a form of pseudoscience. *Studies in History and Philosophy of Science, 63*, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2017.05.002>.
- Kruger, J. M., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology, 77*, 1121-1134. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.77.6.1121>.
- Landrum, A. L., Olshansky, A., & Richards. O. (2021). Differential susceptibility to misleading flat earth arguments on YouTube. *Media Psychology, 24*, 136-165. <https://doi.org/10.1080/15213269.2019.1669461>.
- Martín-Prieto, P. (2022). La tierra plana en la edad media: un mito contemporáneo. *Espacio, Tiempo y Forma, 35*, 391-414.

- McIntyre, L. (2021). How to talk to a science denier: Conversations with flat earthers, climate deniers, and others who defy reason. *Next Big Idea Club Magazine*. <https://nextbigideaclub.com/magazine/talk-science-denier-conversations-flat-earthers-climate-deniers-others-defy-reason-bookbite/29602>.
- Olshansky, A. (2018). *Conspiracy theorizing and religious motivated reasoning: Why the Earth 'must' be flat (Master of Arts Thesis)*. Texas Tech University. <https://hdl.handle.net/2346/82666>.
- Olshansky, A., Peaslee, R. M., & Landrum, A. R. (2020). Flat-Smacked! Converting to Flat Earthism. *Journal of Media and Religion*, 19, 46-59. <https://doi.org/10.1080/15348423.2020.1774257>.
- Rowbotham, S. B. (Parallax). (2018). *Zetetic Astronomy. Earth not a Globe? [1865]* (third ed.). CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Schmid, P., & Betsch, C. (2019). Effective strategies for rebutting science denialism in public discussions. *Nature Human Behaviour*, 3, 931-939. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0632-4>.
- The Flat Earth Society. (2016). *The Flat Earth Society*. <http://theflatearthsociety.org>.
- WHO (World Health Organization). (2017). *Best practice guidance. How to respond to vocal vaccine deniers in public*. World Health Organization Office for Europe. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/315761/Vocal-vaccine-deniers-guidance-document.pdf.

CC BY-NC-ND