

D

e la alfabetización científica a la comprensión pública de la ciencia*

From Scientific Literacy to Public Understanding of Science

 Vladimir Ballesteros-Ballesteros**

 Adriana Patricia Gallego-Torres***



*Este artículo forma parte de la tesis doctoral denominada *La Educación en Energías Renovables como alternativa de promoción del compromiso público ascendente entre los Indígenas Wayuu [OSC] del corregimiento Wimpechi, municipio de Uribia, en la Alta Guajira* del Doctorado Interinstitucional en Educación, con Énfasis en Educación en Ciencias de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

** Vicerrector académico de la Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: vladimir.ballesteros@libertadores.edu.co

*** Docente del Doctorado en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: adpgallegot@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 14 de julio de 2021

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2021

Cómo referenciar / How to cite

Ballesteros-Ballesteros, V., Gallego-Torres, A. P. (2022). De la alfabetización científica a la comprensión pública de la ciencia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, v. 14, n. 26, e1855. <https://doi.org/10.22430/21457778.1855>

Resumen: este trabajo tiene como propósito fundamental realizar un análisis exhaustivo de la literatura relacionada con la comprensión pública de la ciencia y la alfabetización científica y sus diferentes enfoques a través de publicaciones en revistas especializadas. Lo anterior apunta a sostener que dicha comprensión pública de la ciencia tiene un componente teórico más amplio y claramente definido, y es la evolución de la alfabetización científica, que nació como un modelo curricular orientado, básicamente, a superar el modelo de déficit educativo en Estados Unidos tras el lanzamiento del primer Sputnik por parte de los rusos. Para ello se revisaron cerca de 160 artículos, lo que permitió validar la hipótesis en el sentido que la comprensión pública de la ciencia corresponde a la evolución de un paradigma que trasladó la imagen de los conceptos y procesos científicos necesarios para la toma de decisiones personales en asuntos culturales y necesarios con el fin de favorecer la productividad económica.

Palabras clave: alfabetización científica, comprensión pública de la ciencia, comunicación científica, educación en ciencias.

Abstract: This paper seeks to exhaustively analyze the literature on public understanding of science and scientific literacy, as well as their different approaches, particularly publications in specialized journals. The aim is to argue that public understanding of science has a broader and clearly defined theoretical component and constitutes the evolution of scientific literacy, which emerged as a curricular model aimed at overcoming the model of educational deficit in the United States after the launch of the first Sputnik satellite by the Russians. For this purpose, around 160 research articles in the field were reviewed. This made it possible to validate the hypothesis that public understanding of science represents the evolution of a paradigm that transferred the image of the scientific concepts and processes necessary for personal decision-making in cultural matters to promote economic productivity.

Keywords: Scientific literacy, public understanding of science, scientific communication, science education.

INTRODUCCIÓN

La preocupación sobre la brecha entre el mundo de la ciencia y el mundo material no es nuevo. Los orígenes culturales de la relación de la ciencia con la sociedad se remontan a la revolución científica de los siglos XVI y XVII que dio origen a la ciencia moderna y a la institucionalización de la práctica científica (Estany, 2006; Gallego Torres et al., 2009). En este sentido, la alfabetización científica se puede remontar al siglo XVIII, cuando los científicos, en su intento por validar sus descubrimientos, empezaron a realizar actividades divulgativas en ferias populares, con la intención de alcanzar, no solo a los académicos de la época, sino a las clases populares (Clément, 1994). Estos esfuerzos, a favor de la divulgación, produjeron efectos notables sobre la ciencia y su relación con la sociedad hasta nuestros días (Núñez Jover, 1999). Sin embargo, fue solo hasta la mitad del siglo XX cuando el término alfabetización científica apareció por primera vez en la literatura educativa con las propuestas de Hurd (1958), que develaron la necesidad de superar el déficit de conocimiento científico en la sociedad a través de la educación en ciencias (Kyle Jr., 1995). Desde entonces se han presentado muchas interpretaciones de los enfoques y propósitos de la alfabetización científica, todas ellas relacionadas con la idea de desarrollar conocimientos, habilidades y los valores apropiados para un ciudadano científicamente culto (Cobern y Aikenhead, 1997).

En este trabajo se pretende desarrollar la idea propuesta por DeBoer (2000) en relación con una diferenciación formal entre alfabetización científica y comprensión pública de la ciencia a partir de una necesidad evolutiva de la primera hacia la segunda, que tradicionalmente han sido tratados como términos similares o traducciones diferentes de una misma idea (DeBoer, 2000; Durant, 1994; Sasseron y Pessoa de Carvalho, 2011). Esta perspectiva de evolución de un modelo de alfabetización a uno de comprensión pública ha sido estudiada desde la sociología de la ciencia, cuando Merton mostró la importancia social de la ciencia y la necesidad de establecer una relación imperante entre la producción y la difusión del conocimiento científico (Torres Albero, 1993). Las propuestas sociológicas se encargaron también, desde la mitad del siglo XX, de desmitificar la imagen de la ciencia clásica o concepción heredada para construir un modelo que involucrara la sociedad como parte fundamental de la construcción histórica de la ciencia y la tecnología.

Desde esta perspectiva se inició paralelamente un esfuerzo por divulgar la ciencia a partir de la comunicación científica, propiciando la construcción de una ciencia popular (Ballesteros-Ballesteros y Gallego-Torres, 2019). Sin embargo, estas medidas tampoco produjeron los resultados esperados; históricamente, la ciencia popular, y especialmente el periodismo científico, se limitaron a propagar algunas de las noticias más relevantes del avance de la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación masivos. Uno de los ejemplos más relevantes es el calentamiento global y el cambio climático, que han gozado de un amplio despliegue noticioso, siendo objeto de documentales, libros de divulgación y propuestas que, en muchos casos, han sido refutadas por la comunidad científica por carecer de rigor académico o por alejarse de los verdaderos modelos climáticos. Asimismo, la comunicación pública de la ciencia, el periodismo científico y la popularización de la ciencia, no son más que la trasposición del conocimiento científico a un conocimiento denominado popular, con el fin de llevar a ciudadanos no especializados los temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Lewenstein, 1992).

El intento por popularizar la ciencia y la tecnología se asoció con el modelo de alfabetización científica y se planteó como uno de los principales retos a resolver por parte de la educación en ciencias a finales del siglo pasado; así, por ejemplo, Gil y Vilches (2001) destacaron «la comprensión de la *necesidad* de una educación científica para todos y la constatación de las *dificultades* que la misma plantea» (p. 28). Según sus críticos, el modelo de alfabetización se relacionó con un intento por traducir los conceptos científicos en un discurso cercano y popular, produciendo una reducción de la ciencia que no permitía realmente que los ciudadanos pudieran «alfabetizarse» y mucho menos que se edificara una ciencia para todos; en contravía, se reforzaron las concepciones erróneas sobre la ciencia y la tecnología presentadas como actividades alejadas de problemas sociales y desarrollada por genios sin cordura y de difícil acceso (Lewenstein, 1992).

A partir de estas consideraciones se revela la necesidad histórica de reconfigurar el acceso al conocimiento científico e identificar los obstáculos y las dificultades de querer formar científicos desde la popularización de la ciencia con plena certeza de la necesidad de proponer nuevos enfoques basados en la comprensión pública de la ciencia y la tecnología (Gallego Torres et al., 2009).

LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

El término «alfabetización científica» fue acuñado por Hurd (1958) en su publicación *Science Literacy: Its Meaning for American Schools* y obedeció a la preocupación de los estadounidenses por vencer a los rusos en la carrera espacial después del lanzamiento del primer Sputnik el 4 de octubre de 1957, lo que condujo a que los ciudadanos se preocuparan por el tipo de educación que recibían sus hijos para hacer frente a una sociedad de creciente sofisticación científica y tecnológica (Hurd, 1958). Esta situación produjo una revolución en la manera en que se enseñaba las ciencias naturales en las escuelas y favoreció la concienciación respecto a aquellos aspectos del desarrollo industrial, procesos de la vida y del desarrollo social que se reconocieron como articulados con la ciencia (Hurd, 1998).

En la década de los ochenta se produjeron distintos resultados de investigación que proporcionaban matices distintos al concepto de alfabetización, generalmente interpretado como la capacidad de leer y escribir, hacia un modo de lectura y escritura en un nivel funcional para comprender y expresar una opinión sobre asuntos científicos (Miller, 1983). Así como es necesario hacer una inmersión cultural para poder aprender una segunda lengua (Bybee, 1997), surge la necesidad de realizar una inmersión en la cultura científica para poder alcanzar un proceso de alfabetización científica (Vilches Peña et al., 2004).

La siguiente década se caracterizó por la búsqueda permanente de la legitimización del término a partir de esfuerzos colectivos, bajo el lema «ciencia para todos»; sin embargo, no se identificó un esquema claro de implementación (Laugksch, 1999) para representar la comprensión de los propósitos de la enseñanza de la ciencia en la escuela (Roberts, 1983). De este modo, y unido a la necesidad de una reforma en la educación científica, la alfabetización se convirtió en una orientación curricular (Membiela, 2002). A partir de ahí se consolidaron propuestas para instituir el término «alfabetización» como la necesidad de establecer procesos de formación en adultos con fines eminentemente sociales, lo que se denominó «ciencia con propósitos sociales específicos» que exploraba los significados y usos sociales de la ciencia para la población adulta (Durant, 1994; Laugksch, 1999; Layton et al., 1993, 1994; Miller, 1983; Ziman, 1991). En conjunción con las diferentes posturas, se encuentra que la alfabetización científica se convirtió en un modelo para la educación científica que representaba lo que el público en general debía saber

sobre la ciencia, involucrando una apreciación de la naturaleza, los objetivos y las limitaciones generales de la ciencia, junto con cierta comprensión de las ideas científicas importantes (Durant, 1994; Jenkins, 1994; Gil y Vilches, 2001).

En la literatura científica se pueden identificar dos posturas claramente definidas sobre la alfabetización científica: la primera orientada a los currículos de ciencias naturales y la inmersión de actividades que lleven a los estudiantes a comprender la influencia de la ciencia en la sociedad, configurando una línea de investigación conocida como Ciencia, Tecnología y Sociedad, que fundamentalmente enfrenta la necesidad de formar a los estudiantes como ciudadanos preparados para un mundo inmerso en las aplicaciones de la tecnología y que pretende esclarecer el papel de la ciencia en la sociedad, atado al contexto de las propuestas de temas científicos para la enseñanza formal (Fourez, 1997; Holbrook y Rannikmae, 2009; Roberts, 2007; Tsai, 2018).

Desde esta perspectiva, los resultados de investigación en torno a la alfabetización científica se orientaron hacia la necesidad de clarificar qué tipo de ciencia se debía enseñar. La reflexión sucesiva sobre esta pregunta condujo a establecer las dimensiones de la alfabetización científica que se reconocen en la literatura científica: naturaleza de la ciencia, conceptos en ciencia, procesos de la ciencia, valores, relación ciencia-sociedad, intereses y habilidades que desarrollan las personas alfabetizadas científicamente (Showalter, citado en Lederman, 2018, p. 5). Así se dio origen a los planteamientos de la naturaleza de la ciencia (NdC), que originaron diferentes perspectivas alejadas de la alfabetización científica inicial, pero unidas a la necesidad de formar ciudadanos críticos y científicamente preparados para los desafíos actuales (Acevedo-Díaz et al., 2018; Niaz, 2016).

La segunda postura está relacionada con la formación científica ciudadana, que reconoce la necesidad de desarrollar habilidades de razonamiento en un contexto social y cultural que distingue la alfabetización científica como un requisito para poder adaptarse a los desafíos de un mundo que cambia rápidamente (Holbrook y Rannikmae, 2009; Shamos, 1995). Este enfoque propone que los ciudadanos desarrollen habilidades para la vida y puedan participar desde su conocimiento científico en discusiones públicas (Acevedo-Díaz et al., 2017; Hofstein et al., 2011; Rychen y Salganik, 2003). En esta línea se debe destacar la diferencia de «hacer ciencia» y «usar ciencia» (Hazen y Trefil, 1991), para evaluar la pertinencia de involucrar a la ciudadanía en general en la investigación científica, con el pleno

convencimiento de que los conocimientos producidos pueden traer avances y consecuencias para su vida. En concordancia con lo anterior, Shamos (1995) destaca que «... al contrario de lo que sostienen la mayoría de los educadores en ciencias, saber la ciencia en el sentido académico formal puede no ser una condición necesaria para alcanzar la alfabetización en el sentido social» (p. 45).

Los señalamientos de Shamos con respecto a la falta de claridad sobre las dimensiones y las intenciones de la alfabetización científica, fueron resumidas en tres premisas fundamentales:

- i. Se debe enseñar una ciencia para el desarrollo de la valoración y la conciencia, y no como un imperativo cultural centrado en los contenidos.
- ii. Es importante vincular la tecnología como una práctica imperativa.
- iii. Debe incorporarse el juicio de expertos para desarrollar la alfabetización social (cívica).

El despliegue de estas premisas dio origen a la configuración de un nuevo campo de investigación denominado «cultura científica» que propició diversos debates en torno a la educación en ciencias y las políticas públicas en general. La cultura científica empezó a reemplazar, poco a poco, el enfoque de la alfabetización científica y su relación con la formación científica ciudadana (Vázquez-Alonso et al., 2005) debido a que permitió que los ciudadanos comprendieran los procesos y productos derivados de la ciencia y la tecnología y, de esta forma, se incentivó la participación activa en debates sociales (Acevedo Díaz, 2004; Godin y Gingras, 2000; Martín Gordillo y Osorio M., 2003; Cámara Hurtado y López Cerezo, 2007, Serna-Rosell y Vílchez-González, 2018).

Ahora bien, el concepto de cultura científica ha tenido varios matices, todos ellos derivados de la necesidad de formar a los ciudadanos científica y tecnológicamente, que han permitido superar el modelo de déficit que trajo la alfabetización científica; una de las manifestaciones más conocidas de la cultura científica se refiere a la comprensión básica de los principales resultados de la ciencia y la tecnología (en referencia a las dimensiones de la «ciencia como constructo» y la «ciencia como proceso») (Cámara Hurtado y López Cerezo, 2007). Aquí también se destaca la cultura científica como la percepción pública de los hechos y manifestaciones hacia la ciencia y la tecnología (Vaccarezza, 2009).

Con estas facetas variadas de la cultura científica se puede evidenciar la idea de apropiación como aquello que resulta común a todas ellas, respaldando la idea de que la alfabetización científica es un modelo que dio origen a la comprensión pública de la ciencia y no manifestación del mismo paradigma como lo definió Durant (1994) cuando afirmó que:

... la alfabetización científica es un término que se considera generalmente como sinónimo de comprensión pública de la ciencia; mientras que la alfabetización científica se emplea en Estados Unidos, en Gran Bretaña, se utiliza el término de comprensión pública de la ciencia y 'culture scientifique' en Francia (p. 83).

En este mismo sentido, DeBoer (2000) afirmó que «debemos aceptar el hecho de que la alfabetización científica es simplemente sinónimo de la comprensión pública de la ciencia y esto es necesariamente un concepto amplio» (p. 594)¹. También, Godin y Gingras (2000) estuvieron de acuerdo con que los términos alfabetización científica y comprensión pública obedecen a una condición particular de sinonimia, expresando que

El término usado para expresar la noción de cultura científica varía según los países, grupos e individuos. En Estados Unidos y el Reino Unido, por ejemplo, el término habitual es *comprensión pública de ciencia*, pero el término alfabetización científica también se usa a menudo (p. 43).

En el siguiente apartado se presentará una fundamentación teórica y crítica acerca de la transición entre la alfabetización científica y la comprensión pública de la ciencia, lo que implica, en términos kuhnianos, un cambio de paradigma en la forma de dinamizar la ciencia (Kuhn, 2013).

LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

La publicación del informe *The Public Understanding of Science*, por The Royal Society (1985), trajo diferentes enfoques conceptuales, metodológicos y epistemológicos que confluían en la necesidad de superar el modelo de déficit y lograr formar científicamente a sus ciudadanos. La frustración que supuso la alfabetización científica radicó fundamentalmente en la dicotomía que implicó

¹ Las traducciones de los textos en inglés han sido realizadas por los autores.

evaluar si lo que se quería era formar ciudadanos como científicos, es decir, que aprendieran ciencias desde lo profesional, o que, por el contrario, desarrollaran ciertas habilidades científicas para poder comprender la influencia de la ciencia y la tecnología en sus vidas, lo que estaría muy lejos de los enfoques iniciales sobre los cuales se edificó la alfabetización científica, por lo que los especialistas promovieron otras alternativas, entre ellas la comprensión pública de la ciencia para atender las necesidades ciudadanas y desarrollar un enfoque nuevo de formación y popularización de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

En 1985 se produjeron resultados de investigación que favorecieron la evaluación de la problemática social de la ciencia, debido a la necesidad de implementar acciones para que los ciudadanos comprendieran la influencia de la ciencia y la tecnología en sus vidas, pero principalmente, que pudieran participar en las decisiones relacionadas con los avances científicos y los desarrollos tecnológicos. El problema que supuso la implementación del modelo de la alfabetización científica puso en evidencia la necesidad de que científicos y comunicadores adelantaran esfuerzos para educar al público con el ánimo de mejorar su comprensión de la ciencia y así fortalecer su legitimidad social (Bauer, 2009; Miller, 2001). A partir de estos resultados, también se fundamentaron tres preguntas de investigación:

- i. ¿Qué opinión tienen los ciudadanos acerca de la ciencia en general?
- ii. ¿Cómo utilizan las personas la ciencia?
- iii. ¿Cómo se suministra y se recibe el conocimiento científico?

Estos progresos lograron hacer visible un déficit producido por la intención de delimitar y definir la ignorancia pública o analfabetismo científico; en este sentido, Ziman (1991) argumentaba que «...la ignorancia pública es muy angustiada, de hecho, y parece requerir un esfuerzo muy determinado de educación y reeducación, a través de la educación formal y los medios» (p. 102). En la primavera del 2000, un nuevo informe publicado por *House of Lords* denominado *Science and Society*, que tuvo como objetivo evaluar la alfabetización científica del público en general, propuso una confirmación de los resultados obtenidos hace más de una década, ratificando el desinterés y la falta de apropiación de la ciencia y la tecnología en los ciudadanos en general (Miller, 2001). Una explicación de estos hallazgos se atribuyó al proceso de popularización de la ciencia que se inició a través de las

revistas y el periodismo científicos, trasladando del lenguaje científico al lenguaje popular los principales hallazgos de la ciencia, provocando un crecimiento de la brecha y generando la necesidad de plantear un modelo de comprensión y no solo de traslación (Lewenstein, 1992).

Sobre esta convergencia se produjeron otros enfoques que ya no pretendían identificar los factores que motivaban a los ciudadanos a tomar distancia de la ciencia y la tecnología a la hora de tomar decisiones cotidianas, sino más bien buscar medios y mediaciones para que esos ciudadanos alcanzaran una comprensión de la ciencia y la tecnología (Alcíbar, 2015; Dávila-Rodríguez, 2020). Este nuevo escenario supuso un nuevo enfoque que seguiría el camino ya trazado por el movimiento de alfabetización científica y que superaría los vacíos que habían arrojado las evaluaciones realizadas en las últimas décadas; estas intenciones dieron origen a otras posturas dialógicas bajo el título *comprensión pública de la ciencia*. Al igual que la fase anterior de alfabetización científica, el diagnóstico de un déficit del público supondría un problema importante; sin embargo, la comprensión pública de la ciencia, se forjó como un campo de estudio que ha soportado la carga opresiva del modelo del déficit para ver al público desde otra óptica y superar la vieja premisa de analfabetismo y moverse hacia un modelo donde los ciudadanos se reconocen activos, conocedores y desempeñando múltiples roles a la hora de interactuar con la ciencia y en la ciencia (Alcíbar, 2015; Einsiedel, 2007; Jasanoff, 2003). Ahora, la preocupación no solo se centra en el conocimiento de los ciudadanos sobre ciencia y tecnología, sino también en el interés y las actitudes hacia ellas. De este modo, las discusiones académicas alrededor de la comprensión pública de la ciencia durante los últimos veinte años han fundamentado la transición de la alfabetización científica hacia la comprensión pública de la ciencia (Bauer, 2009; Bauer y Gregory, 2007; Membiela, 2007; Miller, 2001).

EVOLUCIÓN DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Wynne (1993) afirmó que una de las razones fundamentales para introducir el concepto de la comprensión pública de la ciencia viene a partir del modelo de déficit que mostró las limitaciones de la alfabetización científica, así como también la actitud que los ciudadanos asumen frente a la ciencia, y el interés por sus desarrollos, motivó a una transición hacia un nuevo paradigma que ha procurado

superar el analfabetismo científico (Membiela, 2007) y mejorar las relaciones entre la ciencia y su público en general a partir de la noción de reflexividad que conlleva incluir la exploración de los compromisos previos que enmarcan el conocimiento, que supone lo que hoy en día se denomina aceptación pública de la ciencia, que no es otra cosa que reconocer a los ciudadanos como actores fundamentales en el desarrollo científico. Planteamientos como estos incentivaron la investigación respecto a configurar un ciudadano científicamente culto, donde la correlación entre el conocimiento y la actitud se convierte en uno de sus objetivos principales (Sturgis y Allum, 2004; Bauer, 2009; Miller, 1992). También se ha generado un cambio sustancial desde una perspectiva de déficit -ciencia y sociedad- a una de diálogo -ciencia en sociedad- donde se empieza a establecer el tema de las actitudes y los intereses del público hacia la ciencia (Alcíbar, 2015; Bucchi y Saracino, 2016).

Dicha transición se debió fundamentalmente al establecimiento de perspectivas epistemológicas distintas, a la producción científica y a la gestión del conocimiento desde los planteamientos iniciales de la alfabetización científica. En este sentido, Alcíbar (2015) indica que se puede identificar:

(1) la existencia de cambios estructurales en la praxis científico-tecnológica, desde finales de la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días, así como los cambios concomitantes que han experimentado los modos de comunicar la ciencia, (2) la pluralidad de agentes sociales implicados en la producción, gestión, comunicación y recepción de conocimientos científicos, y (3) las desiguales percepciones que del público receptor tienen los distintos agentes sociales interesados en la [comunicación de la ciencia] (p. 3).

Con el inicio del nuevo milenio se demostró que las actitudes del público habían mejorado, pero seguían sin cumplirse las metas propuestas, motivando un periodo de replanteamientos y nuevos enfoques en la comprensión pública de la ciencia (Miller, 2001). Se evidenció la necesidad de razonar sobre el conocimiento, los procesos de conocimiento y superar los conceptos erróneos y los sesgos en el razonamiento (Sinatra et al., 2014).

La comprensión pública de la ciencia incluye los conocimientos científicos básicos, la expansión continua de conocimiento, pero también la comprensión de la epistemología de la ciencia (Sinatra et al., 2014). Bauer (2009) planteó un esquema (ver Tabla 1) donde se puede observar el cambio de paradigma desde la alfabetización hasta la comprensión pública de la ciencia:

Tabla 1. Diferentes paradigmas, problemas y soluciones

Periodo	Diagnóstico	Investigación
Alfabetización científica 1960–1980	Déficit de conocimiento en los ciudadanos	Medición del grado de alfabetización
Comprensión pública de la ciencia	Déficit de las actitudes del público	Investigaciones en las actitudes Cambio de actitud Educación Relaciones públicas
Ciencia en la sociedad 1990 hasta la actualidad	Déficit público de confianza / déficit en los expertos	Impacto de las evaluaciones

Fuente: traducción por los autores de Bauer (2009, p. 222).

Se puede señalar que desde finales de la década de los 90 se aceptó la ciencia como un producto de la cultura que la produce y, por lo tanto, depende del contexto social en el que se desarrolla y los compromisos políticos y económicos que la influyen. La comprensión pública de la ciencia ha motivado esfuerzos de investigación relacionados con las circunstancias sociales, culturales, políticas y económicas que forman parte de la construcción del conocimiento científico (Gallego Torres et al., 2009). Existe consenso sobre la necesidad de involucrar al público con cuestiones científicas que le incumben, tal es el caso de la investigación con células madre, las vacunas y el cambio climático (Acevedo-Díaz et al., 2017; Sinatra et al., 2014; Gallego Torres, 2019).

De este modo, surge la necesidad de comprender ¿cómo se desarrolla la investigación acerca de la comprensión pública de la ciencia? Se debe aceptar que esta investigación se asocia con los estudios sociales de la ciencia, que han evolucionado desde las discusiones sobre déficit del público respecto al conocimiento científico y las actitudes hacia el reconocimiento de un mayor aporte participativo (Bauer, 2009). La comprensión pública de la ciencia tiene como objetivo democratizar la ciencia y la tecnología e involucrar al público más profundamente en el diálogo y la toma de decisiones en torno a cuestiones científicas (Bonney et al., 2016). La comprensión pública de la ciencia sugiere que la categoría de «público» debe entenderse como parte de la comunidad científica, conformando un eslabón en la cadena donde el público respalda o condena los avances de la ciencia (Thomas y Durant, 1987) y sus percepciones, actitudes e intereses constituyen uno de los desafíos a enfrentar.

La particularidad que ofrece la comprensión pública de la ciencia es la inclusión del diálogo entre la ciencia y el público, y el reconocimiento no solo de las aplicaciones de la ciencia en la sociedad sino del impacto del público en la ciencia. El planteamiento de distintas posturas orientadas a la comprensión del conocimiento desde los saberes y no desde el conocimiento científico, o el conocimiento escolar, marca la diferencia y no debe considerarse la emergencia de ciudadanos analfabetas, sino que debe reflexionarse acerca de otras formas de aprender y de interpretar la ciencia y la tecnología.

CONCLUSIONES

La diferencia fundamental entre la comprensión pública de la ciencia y la alfabetización científica radica en el acceso a grandes cantidades de información científica en los ciudadanos y el papel que desempeña la ciencia en muchas de las decisiones cotidianas, lo que supone que el conocimiento científico básico no garantiza la comprensión de cómo operan las ciencias experimentales. La alfabetización científica basó sus esfuerzos en un modelo de formación y adquisición de conocimientos derivado de la influencia de la ciencia en la sociedad, sin prestar atención a la comprensión de estos conocimientos por parte del público para poder participar en decisiones políticas y sociales. Las dos propuestas analizadas están centradas en la formación científica del conjunto de la población: una para conocer cuál es la ponderación de la formación en la ciudadanía y otra para determinar cuál debería ser la formación básica en ciencias naturales que se debe promover desde la escuela. Finalmente se debe contemplar y discutir el papel de la comprensión pública de la ciencia en la formulación de políticas públicas a favor de la educación en ciencias como una alternativa para enfrentar los desafíos globales de hoy.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria Los Libertadores por el apoyo brindado al desarrollo del proyecto que condujo a los resultados de investigación que aquí se expusieron.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Ambos autores realizaron la investigación, conceptualización, recolección de datos, metodología, redacción del borrador original, revisión y edición de la redacción.

REFERENCIAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 1, n. 1, 3-16. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92010102.pdf>
- Acevedo-Díaz, J. A., Aragón-Méndez, M. M., García-Carmona, A. (2018). Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. *Revista Científica*, v. 33, n. 3. 344-355. <https://doi.org/10.14483/23448350.13355>
- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. M., Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, v. 30, n. 3, 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, v. 191, n. 773, a242. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Ballesteros-Ballesteros, V., Gallego-Torres, A. P. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en Ciencias. *Revista Científica*, v. 35, n. 2. 192-200. <https://doi.org/10.14483/23448350.14869>
- Bauer, M. W. (2009). The Evolution of Public Understanding of Science—Discourse and Comparative Evidence. *Science, Technology and Society*, v. 14, n. 2, 221-240. <https://doi.org/10.1177/097172180901400202>

- Bauer, M. W., Gregory, J. (2007). From journalism to corporate communication in post-war Britain. En M. W. Bauer, M. Bucchi (eds.), *Journalism, Science and Society: Science Communication between News and Public Relations* (pp. 33-51). Routledge.
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, v. 25, n. 1, 2-16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bucchi, M., Saracino, B. (2016). "Visual Science Literacy": Images and Public Understanding of Science in the Digital Age. *Science Communication*, v. 38, n. 6, 812-819. <https://doi.org/10.1177/1075547016677833>
- Bybee, R. W. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En W. Gräber, C. Bolte (eds.), *Scientific literacy: An international symposium* (pp. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Cámara Hurtado, M., López Cerezo, J. A. (2007). Dimensiones de la cultura científica. En *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España* (pp. 39-64). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/18/libro_psc06.pdf
- Clément, J. P. (1994). *Las instituciones científicas y la difusión de la ciencia durante la Ilustración*. Ediciones Akal.
- Cobern, W. W., Aikenhead, G. (1997). Cultural Aspects of Learning Science. *Scientific Literacy and Cultural Studies Project*, 1-20. https://scholarworks.wmich.edu/science_slcsp/13
- Dávila-Rodríguez, L. P. (2020). Apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un legado de sentidos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, v. 12, n. 22, 127-147. <https://doi.org/10.22430/21457778.1522>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, v. 2, n. 1, 83-89. <https://doi.org/10.1017/S1062798700000922>

- Einsiedel, E. (2007). Editorial: Of publics and science. *Public Understanding of Science*, v. 16, n. 1, 5-6. <https://doi.org/10.1177/0963662506071289>
- Estany, A. (2006). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Ediciones Colihue.
- Gallego Torres, A. P. (2019). El compromiso público de la difusión de la ciencia y la tecnología. *Revista Científica*, v. 34, n. 1, 5-6. <https://doi.org/10.14483/23448350.14309>
- Gallego Torres, A. P., Zapata, J., Rueda Pinto, M. (2009). Una alfabetización científica tecnológica y cultural. *Revista Científica*, n. 11, 52-61. <https://doi.org/10.14483/23448350.411>
- Gil, D., Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, n. 43, 27-37. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/7667>
- Godin, B., Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, v. 9, n. 1, 43-58. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>
- Hazen, R. M., Trefil, J. S. (1991) Achieving Chemical Literacy. *Journal of Chemical Education*, v. 68, n. 5, 392-394. <https://doi.org/10.1021/ed068p392>
- Hofstein, A., Eilks, I., Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 9, n. 6, 1459-1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>
- Holbrook, J., Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, v. 4, n. 3, 275-288. <http://www.ijese.net/makale/1394.html>
- Hurd, P. D. (1958). Science Literacy: Its Meaning for American Schools. *Educational Leadership*, v. 16, n. 1, 13-16-52.

- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, v. 82, n. 3, 407-416. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)
- Jasanoff, S. (2003). (No?) Accounting for expertise. *Science and Public Policy*, v. 30, n. 3, 157-162. <https://doi.org/10.3152/147154303781780542>
- Jenkins, E. W. (1994). Scientific literacy. En T. Husen, T. N. Postlethwaite (eds.), *The International Encyclopedia of Education* (2da ed., Vol. 9, pp. 5345-5350). Pergamon Press.
- Kuhn, T. S. (2013). *La estructura de las revoluciones científicas* (4ta ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Kyle Jr., W. C. (1995). Scientific Literacy: Where Do We Go From Here? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 10, 1007-1009. <https://doi.org/10.1002/tea.3660321003>
- Laugksch, R. C. (1999). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, 71-94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Layton, D., Jenkins, E., Donnelly, J. (1994). *Scientific and Technological Literacy. Meanings and Rationales: An Annotated Bibliography*. University of Leeds.
- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., Davey, A. (1993). *Inarticulate Science?: Perspectives on the Public Understanding of Science and Some Implications for Science Education*. Studies in Education.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 36, n. 2, 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Lewenstein, B. V. (1992). The meaning of 'public understanding of science' in the United States after World War II. *Public Understanding of Science*, v. 1, n. 1, 45-68. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/1/1/009>
- Martín Gordillo, M., Osorio M. C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 32, 165-210. <https://doi.org/10.35362/rie320927>

- Membiela, P. (ed.). (2002). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía*. Narcea Ediciones.
- Membiela, P. (2007). Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, n. 22, 107-112. <https://doi.org/10.17227/ted.num22-383>
- Miller, J. D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, v. 112, n. 2. 29-48. <http://www.jstor.org/stable/20024852>
- Miller, J. D. (1992). Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology. *Public Understanding of Science*, v. 1, n. 1, 23-26. <https://doi.org/10.1088%2F0963-6625%2F1%2F1%2F005>
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, v. 10, n. 1, 115-120. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3109/a036859>
- Niaz, M. (2016). History and philosophy of science as a guide to understanding nature of science. *Revista Científica*, v. 24, n. 1, 7-16. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1>
- Núñez Jover, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Editorial Félix Varela.
- Roberts, D. A (1983). *Scientific Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs. A Discussion Paper*. Science Council of Canada.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. En S. K. Abell, N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Rychen, D. S., Salganik, L. H. (eds.). (2003). *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Hogrefe & Huber Publishers.
- Sasseron, L. H, Pessoa de Carvalho, A. M. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, 59-77. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/246/172>
- Serna-Rosell, C., Vílchez-González, J. M. (2018). Estereotipos científicos: percepción del alumnado de un centro de adultos de Granada (España). *Revista Científica*, v. 32, n. 2, 169-182. <https://doi.org/10.14483/23448350.12799>
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. Rutgers University Press.

- Sinatra, G. M., Kienhues, D., Hofer, B. K. (2014). Addressing Challenges to Public Understanding of Science: Epistemic Cognition, Motivated Reasoning, and Conceptual Change. *Educational Psychologist*, v. 49, n. 2, 123-138. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916216>
- Sturgis, P., Allum, N. (2004). Science in Society: Re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public Understanding of Science*, v. 13, n. 1, 55-74. <https://doi.org/10.1177/0963662504042690>
- The Royal Society. (1985). *The Public Understanding of Science*. https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/1985/10700.pdf
- Thomas, G., Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1-14. https://ocw.mit.edu/courses/science-technology-and-society/sts-014-principles-and-practice-of-science-communication-spring-2006/readings/durant_promote.pdf
- Torres Albero, C. (1993). El problema de la ciencia como institución social. *Revista Internacional de Sociología*, n. 4, 161-181.
- Tsai, C.- Y. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *Computers & Education*, v. 116, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.009>
- Vaccarezza, L. S. (2009). Estudios de cultura científica en América Latina. *Redes*, v. 15, n. 30, 75-103. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/415>
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A., Manassero Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 2, 1-30. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf
- Vilches Peña, A., Solbes Matarredona, J., Gil Pérez, D. (2004). Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 41, 89-98. <http://hdl.handle.net/11162/21644>
- Wynne, B. (1993). Public uptake of science: a case for institutional reflexivity. *Public Understanding of Science*, v. 2, n. 4, 321-337. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/2/4/003>
- Ziman, J. (1991). Public understanding of science. *Science, Technology, & Human Values*, v. 16, n. 1, 99-105. <https://doi.org/10.1177/016224399101600106>