

# Ciencia ciudadana: pluralidad científica y pensamiento crítico

## Citizen science: scientific plurality and critical thinking

Mario Gensollen

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

mgenso@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-5438-452X>

Recepción: 18 de febrero de 2021

Aprobación: 15 de junio de 2021

Marc Jiménez Rolland

Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México

marcji2121@yahoo.com

 <http://orcid.org/0000-0003-0775-1301>

### RESUMEN

Se explora cómo la ciencia ciudadana promueve una mejora epistémica tanto en las instituciones científicas como en la sociedad a gran escala. En este sentido, se ofrece una caracterización de la ciencia ciudadana y a partir de ella se muestra cómo la participación de no especialistas contribuye al fortalecimiento epistémico a través de la pluralidad. Además, se examina cómo la inclusión de miembros de la sociedad en la investigación científica es capaz de promover la mejora epistémica de individuos mediante la formación de pensadores críticos. Las conclusiones indican que la ciencia ciudadana puede optimizar estos dos tipos de mejora epistémica por medio del diseño de proyectos que, aunado a la persecución de objetivos propiamente científicos, se dirijan a la obtención de estos bienes.

**PALABRAS CLAVE:** mejora epistémica, instituciones científicas, participación social, objetividad, actitud científica.

### ABSTRACT

In this paper we explore how citizen science promotes epistemic improvement both in scientific institutions and in society at large. In this sense, we offer a characterization of citizen science and show how the participation of non-specialists can contribute to epistemic strengthening through plurality. Furthermore, we examine how the inclusion of members of society in scientific research can foster epistemic improvement of individuals, by promoting critical thinking. We conclude by pointing out the fact that citizen science can optimize these kinds of epistemic improvement by designing projects that, in addition to their scientific objectives, are aimed at attaining these goods.

**KEYWORDS:** epistemic improvement, scientific institutions, social participation, objectivity, scientific attitude.

### INTRODUCCIÓN

A menudo se concibe a las mujeres y hombres de ciencia como héroes o celebridades: individuos moral e intelectualmente excepcionales que realizaron contribuciones significativas al avance del conocimiento por cuenta propia. Esto ha propiciado un estereotipo que aleja a científicas y científicos del resto de la humanidad. Además, esta imagen simplista coloca a sus logros científicos en un pedestal como figuras que se deben admirar y emular sin necesidad de incorporarlas y aplicarlas en transacciones cotidianas. La ciencia ciudadana pone en perspectiva esta imagen: acerca la ciencia a la gente.

En este artículo se sostiene que, aunado a las ventajas que por lo regular se le adjudican, la ciencia ciudadana promueve dos clases de mejora epistémica en las sociedades e instituciones contemporáneas. La primera se aprecia al interior de las instituciones científicas. Sin comprometer la imparcialidad de sus procedimientos y la fiabilidad de sus estándares de evaluación internos, las instituciones se benefician de la ampliación de perspectivas en diversas etapas del proceso de investigación. La segunda de estas mejoras tiene lugar en la sociedad, que se beneficia con la promoción a gran escala del pensamiento crítico (o la “actitud científica”) entre sus miembros.

Para apoyar estas afirmaciones, primero se hacen algunas precisiones en torno a lo que se conoce como ciencia ciudadana, así como un recuento de algunas de las ventajas que habitualmente se le reconocen. A continuación, se muestra cómo la participación ciudadana contribuye al fortalecimiento epistémico al interior de programas de

investigación científicos. Para ello, primero se enfatiza el carácter social de la ciencia y luego se muestra cómo este andamiaje colectivo de la ciencia no sólo es compatible con la objetividad de los resultados científicos, sino que puede robustecerla. En segundo lugar, se examina cómo la participación ciudadana en la investigación científica promueve la formación de pensadores críticos. Se concluye con una evaluación de las maneras en las que la ciencia ciudadana puede capitalizar sobre estos dos grupos de mejora epistémica.

## 1. ¿QUÉ ES LA CIENCIA CIUDADANA Y POR QUÉ ES VALIOSA?

Definida de manera amplia, la ciencia ciudadana se caracteriza por el desarrollo de proyectos de investigación que “[...] involucran a participantes que no tienen (primariamente) una formación científica relevante al proyecto” (Dibner y Pabdy, 2018: 2). En este sentido, tales proyectos llevan el sello distintivo de reclutar a personas que no han recibido una educación científica especializada (al menos no en el área relevante del proyecto) para que hagan ciencia. Aunque es tosca, esta caracterización permite disipar ciertos malentendidos y tomar algunas distinciones importantes.

Por una parte, pese a que su nombre lo sugiere, la ciencia ciudadana no involucra en esencia a ciudadanos, es decir, a personas con derecho a la participación política dentro de algún territorio. Muchos proyectos de ciencia ciudadana se nutren de la participación de quienes, al menos de forma temporal, no son ciudadanos en pleno ejercicio de derechos políticos.<sup>[1]</sup> Por ejemplo, algunos proyectos contemplan la participación de niños y jóvenes (*e. g.*, entusiastas de la ornitología, los videojuegos, la astronomía o las redes sociales). Otros proyectos enfatizan la participación de quienes, de manera transitoria o permanente, no cuentan con la ciudadanía en la región en la que habitan, como grupos de migrantes o reclusos de instituciones penitenciarias. De este modo, a pesar de que la etiqueta ciencia *ciudadana* ha ganado popularidad, no debería leerse demasiado en el adjetivo. Tampoco debería asumirse que requiere estrictamente la participación de legos, es decir, de personas sin ninguna formación científica especializada. Pueden considerarse como proyectos de ciencia ciudadana aquellos que contemplan la participación de científicos que cooperan de manera voluntaria en la investigación de campos que se encuentran fuera de su área de especialización.

Además de disipar los malentendidos anteriores, la caracterización inicial de la ciencia ciudadana aquí presentada permite también distinguirla de otras actividades con las que guarda cierta similitud: se distingue de la educación o literacidad científica en tanto no tiene únicamente un objetivo formativo, sino que se caracteriza por la prosecución de una meta científica. En este sentido, a diferencia de actividades enfocadas sólo en las metas educativas, la ciencia ciudadana involucra la realización de actividades científicas genuinas (no meras prácticas o simulaciones escolares) en contextos del mundo real al generar datos reales. Además, la ciencia ciudadana también es distinta de la colaboración científica de expertos en el área o áreas del proyecto. A diferencia de las investigaciones dentro de una disciplina académica o que buscan integrar especialistas provenientes de diversas disciplinas mediante el trabajo colaborativo, los participantes de proyectos de ciencia ciudadana lo hacen de manera voluntaria y no en virtud de una experticia previa.

Aunque esta caracterización puede ser útil para comprender aspectos cruciales de la ciencia ciudadana, invita a subsumir bajo este epíteto algunas prácticas que no se ajustan a los ejemplos habituales en la época actual. Bajo este primer esbozo, todos los pioneros de áreas científicas nuevas estarían involucrados en proyectos de ciencia ciudadana al no haber recibido una educación científica especializada en tales campos (pues no existían). Así, habría que considerar como ciencia ciudadana las contribuciones de personajes como el mercader de telas Anton van Leeuwenhoek, a quien se le identifica como el inventor del microscopio y precursor de la microbiología, o el monje Gregor Mendel, quien es reconocido como el fundador de la genética. Aunque estos episodios marcan hitos significativos, no se ajustan a los prototipos contemporáneos de lo que se denomina *ciencia ciudadana*.

En la historia, uno de los casos más reconocibles de ciencia ciudadana fue “el gran experimento de las mareas”, que emprendiera William Whewell al solicitar la contribución de voluntarios que incluían a oficiales portuarios, marineros, oficiales de marina y observadores aficionados (Cooper, 2018: 13-18). Una de las peculiaridades de este episodio fue que este tipo de colaboración ofrecía la capacidad para recabar grandes cantidades de información

con el beneficio añadido de reducir la necesidad de formar personal altamente entrenado. Es posible incorporar estos aspectos en una caracterización más precisa al asumir que la ciencia ciudadana consiste en la participación voluntaria, durante algunas etapas del proceso de una investigación científica que se inscribe dentro de una o varias disciplinas ya establecidas en el ámbito académico, de una cantidad significativa de personas que no han sido entrenadas profesionalmente o carecen de experticia en las disciplinas científicas relevantes a dicha investigación. Aunque esta caracterización está abierta a varios cuestionamientos, parece ser suficientemente clara y capturar los rasgos más significativos de esta práctica de investigación científica.

Dentro de esta caracterización general, pueden reconocerse distintos grados de participación por parte de los miembros no especialistas al interior de proyectos de ciencia ciudadana. En una clasificación popular suele distinguirse entre la colaboración masiva (*crowdsourcing*), la inteligencia distribuida y la ciencia participativa como grados cada vez más demandantes de compromiso por parte de los colaboradores no especializados (Kythreotis *et al.*, 2019: 4-5). De esta manera, el tipo de contribución requerida a los participantes atraviesa un *continuo* en el que desempeñan papeles básicos en la recolección o agregación de datos (realizando tareas similares a las de sensores o calculadoras mecánicas) hasta ocupar funciones más sustanciales dentro del proyecto, como interpretar la información recabada o incluso definir del problema de investigación o el establecimiento de los métodos para recolectar datos.

Bajo esta caracterización, la ciencia ciudadana destaca por ofrecer abundantes datos y potenciar otros aspectos de su análisis y evaluación sin requerir el costo de un entrenamiento riguroso por parte de los participantes. Pese a que es incuestionable el valor de estos aspectos de la ciencia ciudadana, en la actualidad podrían verse superados por las ventajas asociadas a otras prácticas científicas existentes. Por ejemplo, en la era del *Big Data* se puede disponer de cantidades colosales de información para hacer inferencias científicas precisas. Por muy cuantiosa que sea la información generada por participantes voluntarios, es dudoso que sus insumos se encuentren en un orden de magnitud comparable al de la información almacenada en enormes bases de datos. Además, la calidad de las contribuciones de personas no entrenadas difícilmente compite con la precisión de dispositivos automatizados. De este modo, apreciar el valor epistémico de la ciencia ciudadana requiere una nueva consideración. En las siguientes secciones se examinan dos grupos de ventajas epistémicas que ofrece la ciencia ciudadana frente a otras formas de investigación científica.

## 2. OBJETIVIDAD, PLURALIDAD Y CIENCIA CIUDADANA

Existe una imagen de sentido común sobre la naturaleza, los objetivos y los alcances de la práctica científica, la cual se puede estructurar a partir de diversas afirmaciones. Dos son de particular interés para la viabilidad de la ciencia ciudadana. La *tesis del método científico* sostiene que la ciencia logra sus designios en buena medida al emplear un conjunto específico de criterios objetivos para evaluar hipótesis. La *tesis del individualismo epistémico* asevera que el éxito de la ciencia se explica por las cualidades morales e intelectuales de los individuos que la practican. Aunque incluía afirmaciones adicionales y sus intereses se concentraban en el cambio y la racionalidad científica, por su asentimiento popular y académico generalizado Philip Kitcher (1993: 1) llamó *la leyenda* a algo similar a esta imagen de sentido común.

Al entrar en conflicto con las tesis del método científico y del individualismo epistémico podría pensarse que los proyectos de ciencia ciudadana comprometen la objetividad científica. Por una parte, el uso de diversas metodologías podría llevar a resultados incompatibles. Por otra parte, al introducir aspectos sociales, podrían aparecer elementos contaminantes que comprometan sus resultados, como los valores e intereses de sus practicantes. Esta preocupación, de acuerdo con lo que se expondrá más adelante, puede atenuarse al reconocer a la pluralidad dentro de las comunidades científicas como un mecanismo para reducir los sesgos y limitaciones a los que puede estar sujeta la práctica científica si se le considera como una tarea de individuos solitarios.

Las tesis del método científico y el individualismo epistémico fueron sometidas a una intensa crítica, sobre todo a partir de la publicación de *The structure of scientific revolutions*, de Thomas Kuhn en 1962. En esta obra se sugería que la concepción de sentido común de la ciencia y la manera en la que se practica es en gran medida

falsa; en su lugar, se instaba a buscar una imagen mucho más científica de la propia ciencia a partir del examen de su historia. Kuhn puso en el centro de su crítica el problema del cambio científico. Aunque la ciencia cambia, no parece hacerlo de forma gradual al progresar de manera acumulativa. Por el contrario, la historia de la ciencia ha mostrado que atraviesa por largos periodos de reposo y conservadurismo que se centran en resolver enigmas dentro de un marco teórico y axiológico aceptado por la comunidad científica. No obstante, en ocasiones el conflicto de este marco con la evidencia y su incapacidad para resolver problemas considerados apremiantes empiezan a generar malestar en la comunidad científica. Es a raíz de esto que se producen las revoluciones científicas en donde un nuevo paradigma suplanta al anterior. En esta transición se modifican los métodos y los problemas que legítimamente debe abordar una disciplina o campo de investigación. Por ende, entre otras cosas, la crítica de Kuhn cuestiona la primera tesis: la idea de que hay un único método responsable por los logros de la ciencia. En la actualidad suele aceptarse que la ciencia no dispone de una única metodología generalizada, sin que esto comprometa la calidad epistémica de los resultados de la práctica científica.

Prestar atención a la historia de la ciencia y a la práctica científica puso también de relieve el papel de las comunidades y los grupos de investigación en el cumplimiento de los objetivos de la ciencia. Esto pone en entredicho la tesis del individualismo epistémico, que concebía a la ciencia como una práctica de individuos aislados. Una preocupación que surge al cuestionar esta tesis es que parece plantear una crítica demoledora a las aspiraciones y los alcances de la ciencia: si es una práctica social, esto podría degradar su objetividad al situarla a la par de otras prácticas influidas de manera determinante por los intereses y valores que surgen de las interacciones entre sus practicantes. Para los defensores del denominado Programa fuerte de la sociología del conocimiento científico, como Barry Barnes y David Bloor (1982), la ciencia, como cualquier otra institución, está sometida a influencias ideológicas tanto políticas como sociales. Argumentaban que diferentes sociedades podrían tener lógicas incompatibles, pero coherentes de forma interna, sin regirse por criterios y restricciones universales. Aunado a lo anterior, sostuvieron que el mismo tipo de explicaciones causales deberían aplicarse a todas las creencias científicas independientemente de si son verdaderas o falsas, racionales o irracionales. Esto llevó a algunos a considerar que sería inmoral imponer un sistema de evaluación de creencias de un contexto en otro y a analizar en este tenor fenómenos como la opresión y las injusticias.

Ahora bien, ¿es posible reconciliar el carácter social del conocimiento y de la ciencia con la aspiración de objetividad de la práctica científica? Algunas epistemólogas feministas propusieron una respuesta equilibrada, que buscaba desarrollar una explicación del conocimiento científico sensible tanto al carácter objetivo del conocimiento como a las condiciones sociales en las que se produce. Desde la década de los sesenta, las epistemólogas feministas se plantearon una pregunta fundamental: ¿Cómo es posible que la ciencia sea objetiva si ha excluido sistemáticamente al menos a la mitad de la población de las filas de sus practicantes? Derivado de este cuestionamiento se preguntaron también cómo era posible la objetividad cuando muchas teorías científicas incorporaban prejuicios sociales evidentes acerca de la raza, la clase social y la etnicidad. No obstante, mientras muchos sociólogos consideraron al carácter social de la ciencia y del conocimiento como sinónimo de subjetividad, parcialidad, irracionalidad y arbitrariedad, los cuestionamientos feministas no eran necesariamente hostiles a la objetividad científica (Oreskes, 2019: 49-50).

Sandra Harding adelantó las tesis y los argumentos que después Helen Longino desarrollaría con mucha mayor profundidad. En su obra *The science question in feminism*, publicada en 1986, Harding afirmó que la objetividad científica en muchas comunidades era débil debido a la homogeneidad de los individuos que las componían. Estas comunidades excluían de manera sistemática las perspectivas de las mujeres, las personas de color y las clases trabajadoras, lo que ocasionaba no pocas veces sesgos de clase, raza y género en algunas teorías científicas, sobre todo en las ciencias sociales. Por tanto, Harding defendió una *objetividad robusta*: una concepción de la ciencia que, a la vez que reconocía que las creencias, valores y experiencias de los individuos afectan su trabajo científico, consideraba que la práctica científica podría aspirar a una mayor objetividad en tanto fortaleciera la pluralidad de sus comunidades.

Una manera habitual de dar cuenta de la objetividad científica es sostener que la práctica científica se revisa a sí misma de manera continua y constante. Un resultado natural que se espera de dicha revisión es minimizar sistemáticamente las creencias falsas del cuerpo del conocimiento científico. Pero, para Helen Longino, no es que la ciencia se corrija a sí misma, como se ha supuesto que el libre mercado se autorregula mediante una mano invisible, sino que la práctica de revisión se da entre miembros de la comunidad científica a través de procesos sociales que constituyen la *interrogación transformativa*. En sus propias palabras, la objetividad:

[...] en este esquema consiste en [la] participación [de las científicas y los científicos] en el intercambio colectivo de discusión crítica y no en alguna relación especial (de desapego o terquedad) que puedan tener con sus observaciones. Así entendida, la objetividad depende de la profundidad y el alcance de la interrogación transformativa que ocurre en cualquier comunidad científica (Longino, 1990: 79).

Para Longino la interrogación transformativa es capaz de regular y erradicar los sesgos, prejuicios, valores y suposiciones de trasfondo que los individuos introducen en la práctica científica y con ello robustece la objetividad científica; en tal caso, la objetividad no surge de las características intelectuales y morales de los individuos practicantes de la ciencia, sino que es una función de las prácticas científicas comunitarias (Longino, 1990: 216). Ahora bien, mientras más plurales sean las comunidades científicas, mejor será la interrogación transformativa, y, mientras mejor sea ésta, más robusta será la objetividad alcanzada. Este tipo de objetividad, no obstante, es ante todo *consensual*.

Estas consideraciones en favor de la pluralidad dentro de la investigación científica hasta ahora sólo promueven mayor diversidad entre individuos que pertenecen a la comunidad científica. De este modo, esta clase de pluralidad sigue estando acotada a un dominio dado de experticia. En otras palabras, el punto de Longino consiste en señalar la necesidad de que, dentro de un dominio de conocimiento, se integre la mayor cantidad de perspectivas provenientes de grupos heterogéneos de individuos. Sin embargo, en tanto se pretende cimentar algunas ventajas epistémicas de la ciencia ciudadana en la tesis de que la pluralidad mejora la calidad de los resultados y procesos científicos, es necesario extender el rango de la pluralidad no sólo a integrantes de la comunidad científica que son expertos en un dominio dado de conocimiento, sino también a individuos que no son expertos en ese dominio o no pertenecen a la comunidad científica. ¿Por qué incluirlos mejoraría los procesos y resultados de una investigación científica dada?

En primer lugar, debe verse si existe alguna ventaja epistémica de incluir a miembros de la comunidad científica ajenos al dominio de una investigación específica. La ciencia ciudadana en ocasiones funciona bajo diseño. No siempre es una mera integración anárquica de cualesquiera perspectivas en cualquier momento de una investigación. La integración de individuos de un dominio de conocimiento a otro podría tener las siguientes ventajas epistémicas: el entrenamiento científico general de un individuo en su dominio de conocimiento puede ser de utilidad en una investigación científica de otro dominio, y puede ampliar sus alcances. La inclusión de individuos externos al dominio de conocimiento relevante en una investigación también puede aportar perspectivas frescas y superar el estancamiento al que se llega en ocasiones. Por último, puede fomentar una futura interdisciplinariedad con las ventajas epistémicas que ésta lleve asociada. Por consiguiente, la ciencia ciudadana podría considerarse un primer paso impulsor de futuras investigaciones interdisciplinares y transdisciplinares. Deben hacerse un par de acotaciones sobre esta última premisa. En muchas ocasiones (quizá en la mayoría), la interacción interdisciplinaria no es una instancia de ciencia ciudadana, aunque podrían serlo. Además, la interdisciplinariedad, aunque es un programa que goza de cierto apoyo dentro de la comunidad científica, no siempre es deseable ni aporta siempre ventajas epistémicas.

En segundo lugar, debe plantearse la pregunta de si existe alguna ventaja epistémica de incluir a legos sin ningún conocimiento científico especializado en la investigación científica. La historiadora de la ciencia Naomi Oreskes señala algunas de estas ventajas partiendo de la siguiente premisa: si se acepta que la experticia no es exclusiva de los miembros de la comunidad científica, en principio se podría afirmar que los legos pueden tener experticia en sus dominios particulares de conocimiento. Señala que es posible apreciar si esto es cierto al notar, por ejemplo, que los

pacientes tienen una comprensión del progreso de su enfermedad y de los efectos secundarios de los medicamentos que les han prescrito; además, las mujeres embarazadas pueden tener una comprensión similar o superior a la de los obstetras sobre algunos problemas del embarazo; asimismo, existe abundante literatura en torno a la experticia indígena sobre la botánica, zoología, meteorología y otros aspectos del medio ambiente en el que viven sus comunidades (Oreskes, 2019: 61). Aunado a ello, para muchos proyectos de ciencia ciudadana el tipo de datos y evidencia que legos sin formación científica especializada pueden recabar supera las capacidades de los dispositivos con los que se cuenta hasta el momento (aunque es razonable esperar que esta situación cambie en el futuro, quizá gracias a proyectos de ciencia ciudadana). Por último, partiendo del hecho de que el conocimiento está socialmente distribuido, Michael Fuerstein (2008) ha señalado algunas otras posibles ventajas de incluir la participación de actores que se encuentran fuera de las fronteras de la comunidad científica en la toma de decisiones públicas. Esto se debe a que, aunado a la experticia científica, los proyectos de ciencia ciudadana permiten la incorporación de formas de conocimiento que, pese a ser más contextuales, son más diversas y versátiles para la toma de decisiones colectivas. De este modo, promueven la mejora epistémica en la investigación científica al introducir formas benignas de pluralidad.

### 3. CIENCIA CIUDADANA, EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y PENSAMIENTO CRÍTICO

Como se indicó en la primera sección, el objetivo primario de los proyectos de ciencia ciudadana no es la enseñanza, sino que se encaminan a recabar conocimiento con una meta científica. Aun así, la ciencia ciudadana encaja bien con objetivos de programas educativos en todos los niveles escolares; incluso promueve de manera importante el aprendizaje fuera de las aulas. Al participar en proyectos de investigación científica, las personas adquieren conocimiento especializado al igual que una mejor comprensión y apreciación de la práctica científica. Aunado a esto, quienes se involucran en programas de ciencia ciudadana suelen desarrollar nuevas habilidades y destrezas, que no se limitan al papel que desempeñan con su participación en los proyectos. Como resultado de su colaboración, las personas a menudo adoptan también nuevas actitudes de cercanía hacia sus comunidades y de confianza hacia los científicos, las cuales presumiblemente se reflejan en cambios en sus conductas personales y en su nivel de compromiso en los asuntos públicos (Christoffel, 2020: 185).

Es importante enfatizar que el aprendizaje promovido por la participación en proyectos de ciencia ciudadana no se reduce a los contenidos del proyecto y a las técnicas que emplea, sino que incluye una comprensión operativa de la naturaleza misma de la práctica científica. Esto puede apreciarse en los primeros intentos por examinar el impacto de participar en estos proyectos. Trumbull *et al.* (2000) analizaron cartas de 750 participantes del proyecto Seed Preference Test (SPT), dirigido por el laboratorio de ornitología de Cornell. En este proyecto, en el que participaron más de 17 000 personas de diversas edades, se buscaba investigar qué tipos de semillas (mijo blanco, milo rojo o semilla de girasol de aceite negro) prefieren consumir las aves en alimentadores a nivel del suelo. Se proporcionó a los participantes un breve instructivo, una hoja de registro, formularios escaneables por computadora y un póster a color de aves comunes. Aunque no se solicitaron cartas para evaluar los beneficios personales de involucrarse en el proyecto, varios participantes enviaron testimonios en los que incluían observaciones adicionales, formulaban hipótesis tentativas e incluso hacían sugerencias para modificar el diseño experimental. Al analizar estas cartas, como los autores y las autoras mencionan, se pone de manifiesto que “para estas personas, el proceso de participar en este proyecto de ciencia ciudadana contribuyó a su pensamiento acerca de la biología y acerca del proceso científico” (Trumbull *et al.*, 2000: 274).

A niveles más básicos, la ciencia ciudadana favorece también a niñas y niños desarrollar y ejercitar sus capacidades de observación a través de diversas modalidades sensoriales: prestar atención, formular preguntas interesantes y pertinentes, sugerir problemas, etc. Asimismo, los proyectos de ciencia ciudadana permiten descubrir que hay otras personas entusiastas, fuera de la comunidad científica, muy interesadas por los temas y los desafíos de los mismos proyectos de investigación, como han examinado Liberatore, Bowkett, MacLeod, Spurr y Longnecker en un caso de estudio (2018). Adicionalmente, el aprendizaje científico dentro de los proyectos de ciencia ciudadana

no se limita al entrenamiento para participar de manera limitada en un proyecto específico. Con frecuencia se invita a los participantes a tomar decisiones de manera independiente. Además, muchos proyectos de ciencia ciudadana permiten a los participantes dar seguimiento a sus contribuciones y a los resultados del proyecto. En resumen, la participación en proyectos de ciencia ciudadana puede brindar a las personas conocimientos básicos sobre su objeto de estudio, una mejor comprensión de la ciencia y un interés duradero por seguir aprendiendo. En consecuencia, pueden contribuir a llevar una vida más plena, dar un sentido de realización personal y brindar esperanza en la participación colectiva.

Para que los objetivos anteriores se alcancen es importante que las personas comprendan tanto los procesos como los resultados de la recopilación y evaluación de la evidencia. Esto es parte importante de lo que Lee McIntyre (2019) llama la *actitud científica*, que consiste en estar seriamente dispuesto a buscar y a considerar evidencia que sería pertinente para los fundamentos de nuestras creencias. Al promover esta actitud científica en las personas, la ciencia ciudadana motiva que establezcan un programa de investigación identificando los temas que les interesan o preocupan, lo que las lleva a acudir a las científicas y científicos para que las ayuden en la elaboración de protocolos, la interpretación de los datos y la traducción de éstos a la acción. De manera adicional, la ciencia ciudadana parece remodelar las relaciones entre la ciencia y el poder al modificar el concepto de experticia, el acceso a las herramientas y los datos y la evaluación sobre qué preguntas es valioso hacerse (Cavalier, Hoffman y Cooper, 2020). Con ello es posible incluso modificar la agenda y las prioridades de investigación científica.

Por último, la ciencia ciudadana es capaz de motivar a las personas a una participación más comprometida y epistémicamente mejorada en los asuntos públicos, ocasionando con ello importantes transformaciones sociales. En este sentido, la ciencia ciudadana puede convertirse en una expresión prístina de uno de los aspectos cruciales de la tradición occidental. De acuerdo con Michael Williams, es

[...] Una tradición de ‘segundo orden’: lo que transmite no son creencias particulares –consideradas como sagradas, ancestrales, y por ende más o menos incuestionables– sino una práctica de examinar críticamente nuestras ideas actuales de modo que retengamos sólo aquellas que resistan la inspección (2001: 5)

Esta noción de “crítica”, como reconocía John Dewey, se encuentra también en el corazón de la sociedad democrática, entendida como aquella que “[...] no sólo cambia sino que tiene también el ideal de tal cambio” (1998: 77). Así, en tales sociedades se espera que el logro de ideales comunes no requiera “confiar en un accidente feliz” (1998, 85) que haga que los gobernantes apropiados lleguen al poder, para que a través de la educación la población se consagre en lo sucesivo a perpetuar el buen gobierno. Más bien, el ideal de la educación democrática es erradicar las barreras internas (*e. g.* diferencias de clase, elitismo) y externas (*e. g.* patriotismo, nacionalismo) que sean un obstáculo para el “libre intercambio y comunicación de la experiencia” (Dewey, 1998: 91). Este tipo de intercambio promueve que las personas tengan un amplio y variado grupo de intereses comunes; de este modo, permite el florecimiento de una mayor diversidad de sus capacidades personales. Asimismo, la intervención participativa en el proceso de investigación posibilita a los ciudadanos involucrarse en la toma de decisiones sobre políticas públicas de una manera más significativa:

[...] Los participantes a menudo trabajan con ideas preconcebidas sobre el estado y estructuras de gobernanza tradicionales que están institucionalmente atrincheradas en dinámicas de poder impuestas desde arriba [...] diseñadas para proteger el *status quo* de la economía política. La co-producción y el co-aprendizaje a través de [la ciencia ciudadana] va más allá del compromiso público convencional y hace a los ciudadanos iniciar respuestas de acción y de políticas basadas en sus formas específicas de saber social y de valores. Esto puede [...] catalizar el cambio transformativo a los ojos de ciudadanos comunes al permitirles exponerse a [...] decisiones sobre políticas en las que normalmente no estarían involucrados ni interesados. (Kythreotis *et al.*, 2019: 4).

De este modo, la ciencia ciudadana sería también un motor de mejora epistémica en las sociedades al promover el pensamiento crítico entre sus miembros.

## CONCLUSIONES

Este artículo sostiene que la ciencia ciudadana, cuando se lleva a cabo de manera exitosa, promueve dos tipos importantes de mejora epistémica. Por una parte, la pluralidad mejora la calidad de los resultados y procesos científicos. Por otra parte, al involucrar a las personas en la realización efectiva de investigaciones científicas, la ciencia ciudadana contribuye a la mejora del pensamiento crítico de los miembros de la sociedad.

De manera general, puede esperarse que las instituciones científicas y la sociedad obtengan beneficios epistémicos a partir de estas ventajas. Además, es preciso enfatizar que el diseño de proyectos de ciencia ciudadana puede capitalizar estos bienes. Es importante diseñar los proyectos para promover la inclusión. Para ello, se debe comprender mejor en qué etapas pueden ser benéficos los distintos tipos de pluralidad y qué maneras de involucrar a los participantes promueven un desarrollo más efectivo de una actitud científica y del pensamiento crítico. Sólo se aprenderá más sobre esto haciendo ciencia y aprendiendo de ella.

## PROSPECTIVA

Los resultados de este artículo ofrecen nuevas bases para determinar el papel que los expertos deben tener en la toma de decisiones públicas (Kitcher, 2001; Nichols, 2017; Rosenfeld, 2019). Suele debatirse entre posiciones extremas como, por una parte, aquellas que promulgan la erradicación de los expertos de los centros de control y de toma de decisiones (Feyerabend, 1982), y, por otra parte, posiciones en las que se considera indispensable la asignación de roles centrales en el gobierno a quienes poseen experticia en áreas que requieren de conocimiento fiable (Brennan, 2018) como la salud, las políticas medioambientales, la educación y formación científica, y el periodismo. El reconocimiento del papel de la pluralidad en la ciencia ciudadana, el cual promueve la objetividad científica al tiempo que admite la participación de los ciudadanos en el diseño institucional y de políticas públicas, apunta en una dirección alternativa que permite maximizar el conocimiento socialmente distribuido para la toma pública de decisiones, así como esclarecer los ejes mediante los cuales deben diseñarse instituciones de ciencia y tecnología que ayuden a dar cuenta de la capacidad de respuesta de la ciudadanía a los expertos y de los expertos a los intereses de la ciudad.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a David Orozco, José Carlos Sierra y Alejandro Vázquez Zúñiga por sostener numerosas discusiones con nosotros sobre estos temas, así como por sus sugerencias y correcciones a versiones previas de este artículo. Las observaciones de las personas que revisaron anónimamente este artículo contribuyeron a hacer mejoras sustantivas. Mario Gensollen agradece el financiamiento por parte de la Universidad Autónoma de Aguascalientes para elaborar este producto de investigación del proyecto “Ciencia y democracia” (PIF20-2).

## REFERENCIAS

- Barnes, B., & Bloor, D. (1982). Relativism, rationalism, and the sociology of knowledge. In M. Hollis & S. Lukes (eds.), *Rationality and Relativism* (pp. 1-20). Cambridge: MIT Press.
- Brennan, J. (2018). *Contra la democracia*. Ramón González Ferriz (trad.). Barcelona: Deusto.
- Cavalier, D., Hoffman, C., & Cooper, C. (2020). *The field guide to citizen science*. Portland: Timber Press.
- Christoffel, R. (2020). How participation in citizen science projects impact individuals. In C. A. Lepczyk, O. D. Boyle & T. L. V. Vargo (eds.), *Handbook of citizen science in conservation and ecology* (pp. 1-85-188). Oakland: University of California Press.

- Cooper, C. (2018). *Ciencia ciudadana. Cómo podemos todos contribuir al conocimiento científico*. Laura Lecuona (trad.) México: Grano de Sal.
- Dewey, J. (1998). *Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación* (ter. ed.). Lorenzo Luzzi (trad.). Madrid: Morata.
- Dibner, K. A., & Pabdy, R. (eds.). (2018). *Learning through citizen science*. Washington: National Academy Press.
- Feyerabend, P. K. (1982). *La ciencia en una sociedad libre*. Alberto Elena Díaz (trad.). Madrid: Siglo XXI.
- Fuerstein, M. (2008). Epistemic democracy and the social character of knowledge. *Episteme*, 5(1), 74-93.
- Harding, S. (1986). *The science question in feminism*. Ithaca: Cornell University Press.
- Kitcher, P. (1993). *The advancement of science: Science without legend, objectivity without illusions*. Oxford: Oxford University Press.
- Kitcher, P. (2001). *Science, truth, and democracy*. New York: Oxford University Press.
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kythreotis, A. P., Mantyka-Pringle, C., Mercer, T. G., Whitmarsh, L. E., Corner, A., Paavola, J., Chambers, C., Miller, B. A., & Castree, N. (2019). Citizen social science for more integrative and effective climate action: A science-policy perspective. *Frontiers of Environmental Science*, 7, 1-10.
- Liberatore, A., Bowkett, E., MacLeod, C. J., Spurr, E. & Longnecker, N. (2018). Social media as a platform for a citizen science community of practice. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(1), 1-14.
- Longino, H. E. (1990). *Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry*. Princeton: Princeton University Press.
- McIntyre, L. (2019). *The scientific attitude: Defending science from denial, fraud, and pseudoscience*. Cambridge: The MIT Press.
- Nichols, T. (2017). *The death of expertise: The campaign against established knowledge and why it matters*. New York: Oxford University Press.
- Oreskes, N. (2019). *Why trust science?* Princeton: Princeton University Press.
- Rosenfeld, S. (2019). *Democracy and truth. A short history*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Trumbull, D., Bonney, R., Bascom, D., & Cabral, A. (2000). Thinking scientifically during participation in a citizen-science project. *Science Education*, 84, 265-275.
- Williams, M. (2001). *Problems of knowledge. A critical introduction to epistemology*. New York: Oxford University Press.

## NOTAS

- [1] Ejemplos ilustrativos de varios de estos proyectos pueden consultarse en los libros de divulgación de Cooper (2018) y Cavalier, Hoffman y Cooper (2020).

CC BY-NC-ND