

# Umbral para proyectos de ciencia ciudadana: el pensamiento complejo como impulsor de desarrollo holístico

## A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development



- Jorge Sanabria-Z - *Tecnológico de Monterrey (México)*  
 José-Martín Molina-Espinosa - *Tecnológico de Monterrey (México)*  
 Berenice Alfaro-Ponce - *Tecnológico de Monterrey (México)*  
 Martina Vycudilíková-Outlá - *Central Bohemian Innovation Center (República Checa)*

### RESUMEN

Los proyectos de ciencia ciudadana (CC) han sido impulsados por tecnologías y empoderamiento de las comunidades. Sin embargo, su impacto es impreciso por las dificultades para su seguimiento y estandarización. En particular, el desarrollo del pensamiento complejo de los ciudadanos no figura entre sus objetivos, a pesar del fuerte vínculo con la Educación 4.0 y la formación de ciudadanos comprometidos con la sociedad. Por tanto, proponemos un marco y una tipología para los proyectos de CC a la vez que se introduce el pensamiento complejo. Se empleó la metodología de la Innovación Educativa Basada en la Evidencia (IEBE), desde la perspectiva de la Teoría del Cambio (TdC), revisando los marcos más relevantes, en virtud de la Recomendación de Ciencia Abierta de la UNESCO. Los resultados revelaron: (a) hay una falta de atención al desarrollo de las subcompetencias de la macro-competencia del pensamiento complejo; (b) existe un incremento y desarrollo de marcos de apoyo a la CC; (c) prevalecen marcos de proyectos de CC centrados en los participantes, evaluación-diseño de proyectos y la gestión de datos; (d) inexistencia de marcos de desarrollo basados en TdC de tres dimensiones, Limitada, Umbral y de Ciclo completo; y (e) se propone una tipología para medir el progreso e impacto de los proyectos de CC: Conciencia del contexto, Participación ciudadana, Aprovechamiento de la infraestructura, Innovación tecnológica, Innovación educativa, Alcance y Escala, Creación de redes y Pensamiento complejo. Prevemos que el marco y la tipología propuestos articulados al pensamiento complejo, ampliarán el impacto de las iniciativas de CC de manera integral.

**Palabras clave:** ciencia ciudadana; ciencia abierta; pensamiento complejo; innovación educativa; educación superior.

### ABSTRACT

Emerging technologies and community empowerment have driven citizen science (CS) projects. However, their impact remains vague, partly because of the difficulties in monitoring and standardizing these projects. Notably, the development of citizens' complex thinking is not among the primary goals, despite the connection with the tenets of Education 4.0 and the training of socially committed citizens. Therefore, we propose a framework and typology to foster CS projects while scaling up complex thinking. We used the evidence-based educational innovation (EBEI) methodology and the Theory of Change (ToC) perspective, reviewing some of the most relevant frameworks under UNESCO's Open Science Recommendation. Findings from the CS projects analysis revealed that: (a) there is inattention to developing the sub-components of the complex thinking macro-competency; (b) a growing trend to develop frameworks for CS projects is taking place; (c) there is a prevalence of CS project frameworks focused on prevention and control, project evaluation and design, and education and research; (d) a framework with three dimensions based on ToC (Outbound, Threshold and Full-cycle) can guide the development of CS projects; and (e) an eight-component typology can measure the progress and impact of CS projects from the perspectives of Context-awareness, Citizen engagement, Infrastructure leverage, Technological innovation, Educational innovation, Outreach and Scale, Network building, and Complex Thinking. We envision that the integrated framework and typology proposed, scaffolded by complex thinking, can comprehensively broaden the impact of CS initiatives.

**Keywords:** citizen science; open science; complex thinking; educational innovation; higher education.

## INTRODUCCIÓN

La participación de voluntarios en proyectos científicos aumenta de forma efectiva la concientización, el aprendizaje y el empoderamiento de los ciudadanos, y actualmente es adoptada por grandes organizaciones internacionales. La introducción de la Recomendación de Ciencia Abierta de la UNESCO (UNESCO, 2021a) acogió la epistemología de la ciencia ciudadana (CC), con el objetivo de integrar la teoría y la práctica de la ciencia y la sociedad (UNESCO, 2021b). La CC implica una investigación multidireccional para democratizar los procesos científicos con el fin de hacer avanzar la ciencia (Bonney et al., 2016; Hecker et al., 2018; Irwin, 2018; Ruiz-Mallén et al., 2016; Wiggins & Crowston, 2011). Desde las observaciones individuales pasivas, hasta el desarrollo de plataformas digitales en red (Baudry et al., 2021), la CC ha resurgido gracias a la evolución de las tecnologías accesibles. Además, la Educación 4.0 (Miranda et al., 2021) y la 4ª Revolución Industrial (Schwab, 2015) han establecido nuevas normas para la gestión de los datos y sus interacciones para resolver problemas complejos en los proyectos de CC (Robinson et al., 2017). En definitiva, el diseño de proyectos de CC no solo se ha visto moldeado por un interés general en los fenómenos, sino también por las emergencias que han impulsado la evolución y la aplicación de soluciones científicas dirigidas por los ciudadanos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, entendemos que una mayor eficacia en la resolución de problemas en los proyectos de CC está estrechamente relacionada con los diseños holísticos. Por lo tanto, este trabajo examinó el importante número de proyectos de CC que siguen surgiendo, para proporcionar un marco y una tipología que guíen la identificación y el seguimiento del estado de los proyectos de CC, para planificar su desarrollo posterior y así lograr un impacto holístico. Lo hicimos examinando el estado de los proyectos de CC desde la perspectiva de la Teoría del Cambio (TdC) (UNDAF, 2016; 2017), que considera la tecnología, la comunicación y los contextos de emergencia. El trabajo destaca los marcos clave que apoyan la CC y demuestran las interacciones y la articulación que desarrollan las subcompetencias del pensamiento complejo.

## DEL ESTANCAMIENTO DE LA CC A LA VÍA RÁPIDA DEL SIGLO XXI

La evolución de la tecnología y la degradación de los ecosistemas también han impulsado el interés por la CC. Aunque a menudo los ciudadanos pueden desconocer el origen y las consecuencias de los acontecimientos que les rodean (Ballerini & Berth, 2021; Callaghan et al., 2020), su participación en la CC puede motivarles a involucrarse más en las políticas públicas. (García-Holgado et al., 2020; Strasser et al., 2019). Han surgido nuevos paradigmas en los que los ciudadanos participan en relaciones de colaboración para analizar, mejorar y descubrir información (McCurdy & Vinogradova-Shiffer, 2021; Stubbs et al., 2021). El desarrollo de las tecnologías de la Industria 4.0 se han extendido al marco de la Educación 4.0, donde los alumnos experimentan retos de la vida real y aplican sus conocimientos para desarrollar soluciones basadas en la tecnología utilizando habilidades de pensamiento complejo (Miranda et al., 2021). Esta macrocompetencia comprende los pensamientos crítico, sistémico, científico e innovador (Ramírez-Montoya et al., 2022). Los proyectos de CC implican escenarios de la vida real que permiten a los alumnos razonar ante la complejidad (Araújo et al., 2022; Belluigi y Cundill, 2017; Castell et al., 2021; Constant y Roberts, 2017; Zourou y Tseliou, 2020). Además, numerosos ejemplos de peligros inminentes demuestran el papel fundamental de los ciudadanos a la hora de reaccionar, incluso más rápido que sus reguladores o autoridades gobernantes.

Las lecciones aprendidas durante emergencias han puesto de manifiesto el potencial de respuesta de la CC. Casos como el accidente nuclear de Fukushima (Hultquist & Cervone, 2017) y la reciente pandemia de COVID-19 (Goehrke, 2020) corresponden a estudios de la CC que se centran en la reducción del riesgo de desastres (RRD). Éstos ponen de relieve el potencial de reunir a diversas comunidades y la necesidad de ampliar el espectro para considerar la ética y el género, entre otros temas (Paul et al., 2021). Además, estas emergencias han desencadenado la generación de políticas para evaluar el impacto de los datos de la CC en el ámbito legal (Peel, 2020). Desde esta perspectiva, la democratización de la CC permite fortalecer el empoderamiento de los ciudadanos y su influencia en la toma de decisiones de abajo hacia arriba, donde se espera la transmisión de datos, así como la participación comprometida de las organizaciones de la quintuple hélice.

## EL FOMENTO DE INICIATIVAS DE CC

Para integrar al público en general en el proceso científico, se han desplegado varios marcos y programas para estandarizar los protocolos con el fin de lograr un impacto social y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

- **Recomendación de la UNESCO sobre la ciencia abierta:** Los complejos desafíos han dejado su huella en el primer cuarto del siglo XXI, afectando a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Como estrategia, los Estados miembros acordaron proponer un instrumento normativo basado en las buenas prácticas relativas a la apertura de la ciencia. El proceso dio lugar a la Recomendación sobre la Ciencia Abierta de la UNESCO (UNESCO, 2021a).
- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente:** Actualmente, el PNUMA se centra en la triple crisis planetaria (cambio climático, naturaleza y pérdida de biodiversidad) a través de estrategias para alcanzar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Su objetivo es lograr la integración global de la CC en el proceso formal para informar sobre los ODS a nivel nacional, promoviendo la confianza en los datos que recoge a través de ejemplos de buenas prácticas (PNUMA, 2019).
- **Programas Marco de la Comisión Europea (PM)** (European Commission, 2016): Continuamente adaptados a contextos globales, los PM han abordado principalmente proyectos de CC en el marco de Horizonte 2020 (European Commission, 2020). Cabe destacar el caso de la conferencia de la Presidencia del 25º aniversario de las Acciones Marie Skłodowska-Curie (MSCA), que incluyó una mesa redonda para debatir el tema "Cerrar la brecha entre la investigación y los ciudadanos: crear confianza en la ciencia con las MSCA" (Acciones Marie Skłodowska-Curie [MSCA], 2022).
- **Asociación Europea de Ciencia Ciudadana:** La ECSA (por sus siglas en inglés), uno de los principales promotores de la CC en Europa, pretende fomentar la democratización de la ciencia para todos. Sus diez principios sustentan las buenas prácticas destinadas a que todo el mundo participe libremente a lo largo del proceso científico para avanzar en el impacto de la investigación sostenible y las políticas públicas (ECSA, 2015).

## EL UMBRAL DE CIENCIA CIUDADANA

Al considerar los diversos componentes que interactúan en los proyectos de CC, concebimos un umbral en el que los proyectos se estancan o trascienden para cumplir con los requisitos de la Ciencia Abierta. En este sentido, para construir marcos de participación de los ciudadanos en proyectos de ciencia, consideramos necesario sostener una perspectiva integral que considere los aspectos contextuales vinculados al proyecto (por ejemplo, tecnología, infraestructura, métodos) y el desarrollo intelectual de los participantes. La propuesta debe cumplir con los criterios necesarios de un proyecto de CC para ser efectivamente una verdadera iniciativa de CC de ciclo completo. En la búsqueda de una solución, consideramos fundamental apoyarnos en una teoría de la trascendencia que guíe las intervenciones de la SC para lograr la transformación, a saber, la TdC.

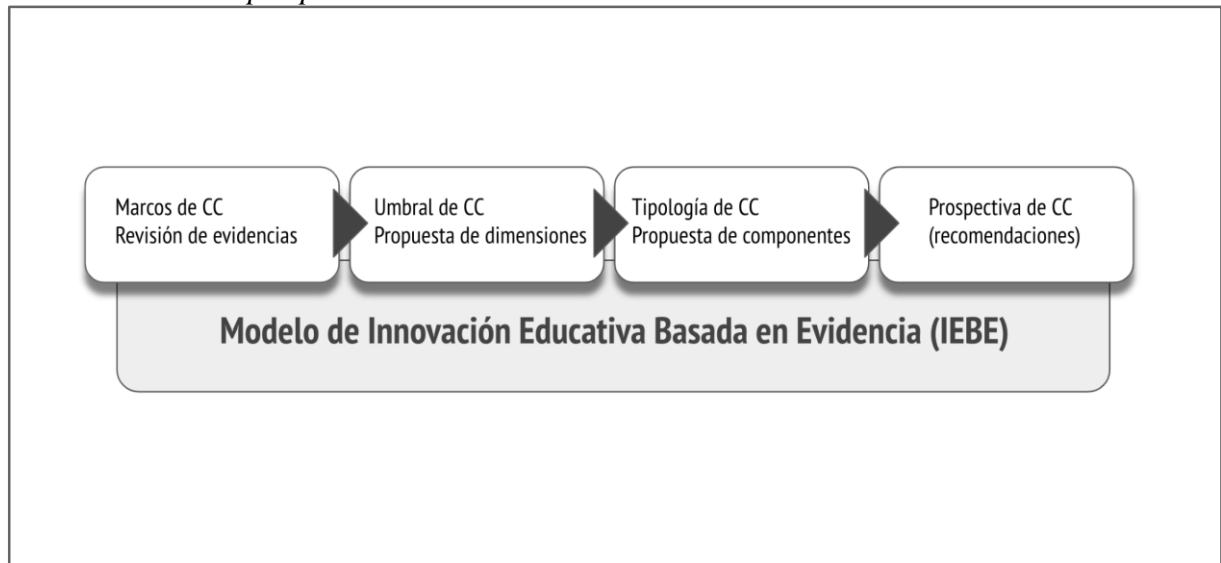
La TdC es un enfoque que utiliza un análisis causal basado en las pruebas disponibles para explicar cómo una determinada modificación o grupo de variaciones puede conducir al desarrollo de un determinado cambio. La TdC puede ayudar a identificar soluciones a los retos que impiden el desarrollo y a formar conclusiones sobre la ruta a seguir, teniendo en cuenta los beneficios, las probabilidades y las incertidumbres inherentes a cualquier proceso de cambio. Además, la TdC ayuda a identificar las conjeturas y los peligros elementales, que deben comprenderse y revisarse a lo largo del proceso para garantizar que la estrategia dé lugar al cambio previsto (Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo (United Nations Development Assistant Framework [UNDAF], 2017).

## Metodología

Utilizamos el modelo de Innovación Educativa Basada en la Evidencia (IEBE) como metodología para desarrollar nuestra tipología (Sarango-Lapo et al., 2021). Se adoptó el modelo IEBE porque promueve un enfoque de experiencias prácticas para alcanzar las competencias digitales para gestionar los recursos tecnológicos que conducen a la innovación (Sarango-Lapo et al., 2017), que es el caso de los proyectos de CC con apoyo tecnológico. Cuatro etapas guiaron el desarrollo de la tipología propuesta: el análisis de los marcos de evidencia científica de la CC, la construcción de un marco de dimensiones de umbral de la CC, la propuesta de los componentes de la tipología de la CC, y la presentación de una prospectiva del beneficio esperado de la tipología de la CC (ver Figura 1).

**Figura 1**

*Guía de cuatro etapas para desarrollar el marco de la CC*



*Nota: El IEBE es un modelo empírico apropiado cuando existen tecnologías implicadas.*

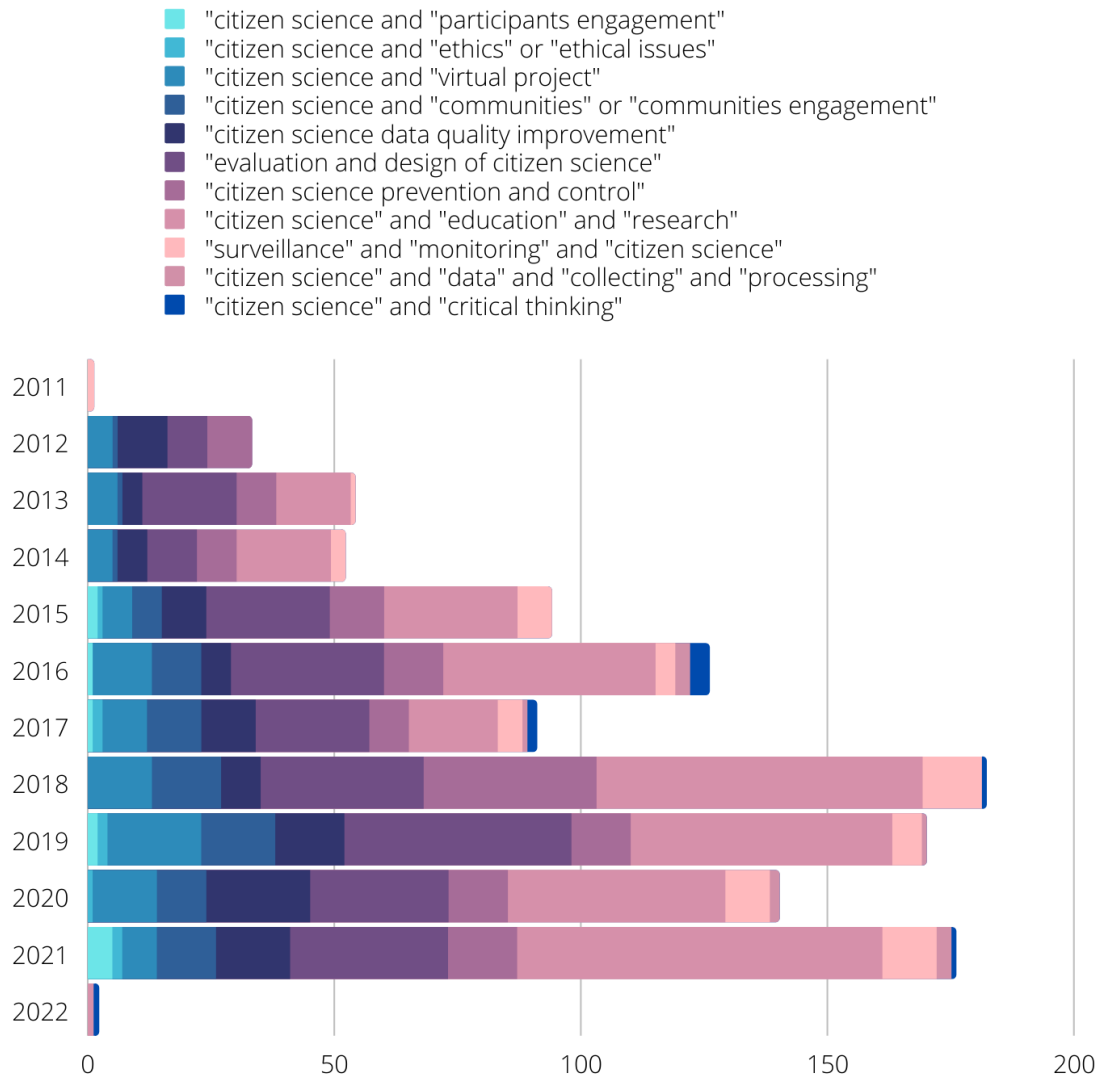
**Marcos de CC**

El objetivo de integrar a expertos y aficionados a proyectos de CC generar conocimiento, centra su atención en la participación ciudadana. Aunque la participación en proyectos de CC es voluntaria, existen mecanismos para recompensar a los individuos, a menudo en forma monetaria y a veces a través del reconocimiento público (Cappa et al., 2018). Además, a pesar de la idea de que la CC se centra en involucrar al público en general, la mayoría de los participantes en las iniciativas de CC no son aficionados idealistas, sino estudiantes y trabajadores de la ciencia o de ámbitos relacionados, como escritores, periodistas y educadores (Tancoigne, 2017).

A lo largo de la última década, han seguido surgiendo marcos y tipologías que aportan a las interpretaciones necesarias para comprender mejor la evolución de la participación en la CC y diseñar proyectos de mayor escala, calidad y relevancia. Prueba de lo anterior, es el creciente número de artículos científicos publicados en los últimos años que indican una tendencia creciente en la materia. El amplio espectro de enfoques incluye los siguientes grupos: compromiso de los participantes en la CC (Fischer et al., 2021; Haklay, 2018; Lotfian et al., 2020; Wiggins & Crowston, 2011); cuestiones éticas en la CC (Groot & Abma, 2022; Resnik et al., 2015); proyectos virtuales de CC (Reed et al., 2012); incorporación de comunidades en la CC (García-Holgado et al., 2020; Katapally, 2019; Nardi et al., 2021; Pandya, 2012); mejora de la calidad de los datos de la CC (Antelio et al., 2012; Cerquides et al., 2021; Garriga et al., 2017); evaluación y diseño de programas de CC (Bolicic & Colella, 2019; Chase & Levine., 2016; Hennig et al., 2019); prevención y control (Asingizwe et al., 2018; Coulson & Woods, 2021; Li et al., 2019; Yang et al., 2019); educación e investigación (Hiller et al., 2019; Spasiano et al., 2021); vigilancia y seguimiento a través de la CC (Arazy & Malkinson, 2021; Callaghan et al., 2020; Welvaert & Caley, 2016); recogida y procesamiento de datos de la CC (Callaghan et al., 2021; Eagles-Smith, 2020; Hyvönen et al., 2021; Teng & Albayrak, 2017), CC e interés por el desarrollo del pensamiento crítico (Araújo et al., 2022; Belluigi y Cundill., 2017; Castell et al., 2021; Constant y Roberts, 2017) (Ver Figura 2).

**Figura 2**

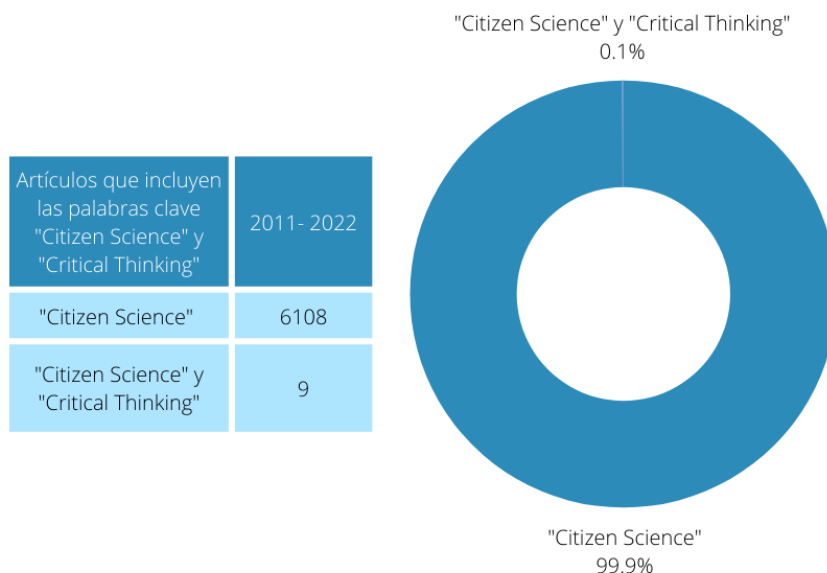
*Clusters de ciencia ciudadana, tendencia y marcos 2011-2020. Fuente: Scopus.*



*Nota: La mayor concentración de publicaciones se produjo en 2018 (182) y en 2021 (176).*

### Figura 3

Artículos que incluyen las palabras clave "Ciencia Ciudadana" ("Citizen Science") y "pensamiento crítico" ("critical thinking"); Fuente: SCOPUS



*Nota: No hay estudios relacionados con la ciencia ciudadana y su impacto en el desarrollo de la macrocompetencia del pensamiento complejo.*

Para interpretar los retos a los que se enfrenta la población mundial, proponemos un umbral para la CC que destaca los puntos clave que deben abordarse para integrar exitosamente a los individuos como científicos ciudadanos, en proyectos que hagan avanzar el conocimiento científico (Warnecke et al., 2019). Dada la variedad de posibilidades para que los individuos se involucren en la CC, es útil clasificar las vías de entrada de los participantes y sus límites, para orientar los esfuerzos que apoyan los procesos y el desarrollo de los participantes.

### Dimensiones propuestas para el Umbral de CC

A partir de La TdC y los patrones de escalera aplicados (Warnecke et al., 2019) se analizaron, en primer lugar, los distintos componentes del umbral; después, pudimos estructurar los componentes principales, actuando sobre los procesos de un fenómeno determinado para su futura validación. Los activos significativos son los elementos clave para medir los niveles individuales de desarrollo, y su contribución a las agrupaciones que vinculan los diversos componentes. En este marco, la combinación de enfoques contribuye positivamente a mejorar el análisis para futuras propuestas de CC.

Para establecer la dimensión del umbral de CC, concebimos ocho componentes fundamentales para medir el desempeño de un proyecto de CC. Estos surgen de la combinación de las características básicas de los marcos de CC explicados anteriormente, las tipologías de la CC pertinentes (Van Kleek & Simperl, 2017; Wiggins & Crowston, 2011), y la consideración de los bloques de construcción del pensamiento complejo (es decir, el pensamiento crítico, el

pensamiento innovador, el pensamiento científico y el pensamiento sistémico). Dentro de la perspectiva de esta estructura propuesta, múltiples combinaciones de dominio de los ocho componentes seleccionados permitirían avanzar en el desempeño general de las iniciativas. A efectos indicativos de este trabajo, describimos tres dimensiones como canales de transición para estas combinaciones: una dimensión de referencia, "CC Limitada"; una dimensión de transición, "CC Umbral"; y una dimensión de realización, "CC Ciclo Completo". Las tres dimensiones incorporan el enfoque TdC, en el que el análisis de un conjunto de circunstancias que requiere un cambio y la articulación del resultado deseado es el primer paso. Ello implica la identificación de insumos, productos, resultados, supuestos y riesgos (UNDAF, 2016).

### *Dimensión CC Limitada*

Contemplamos la dimensión de CC Limitada como la línea de base enfocada al desarrollo. Por analogía con la TdC, este ámbito se centra en establecer los recursos (insumos) necesarios para lograr resultados.

### *Dimensión CC Umbral*

En la transición hacia un ideal de integración de CC Ciclo Completo, el andamiaje permite combinaciones de componentes múltiples, circunstanciales y contextuales. Siguiendo la secuencia de la TdC, hacemos referencia a los entregables de las actividades de la CC (productos) que se obtienen al transformar los recursos iniciales (insumos) y medir los efectos que generan (resultados).

### *Dimensión CC Ciclo Completo*

En el otro extremo del espectro se encuentra la CC Ciclo completo, la última fase a la que aspiran los proyectos de CC, donde las funciones alcanzan las máximas posibilidades de transformación. En términos de TdC, esta dimensión representa los efectos previstos a largo plazo (impactos) de los proyectos de CC vinculados a los resultados de las dimensiones anteriores.

## **Definición de los Componentes del Umbral CC**

Cada uno de los ocho componentes que se detallan a continuación es fundamental para impulsar un proyecto de CC desde la línea de base CC Limitada hasta la dimensión de cumplimiento de CC Ciclo Completo. El desarrollo del progreso dimensional de cada componente depende de las características del proyecto; por tanto, cada proyecto tendrá su propia TdC. En principio, se propone que los ocho componentes se tengan en cuenta desde el principio de cualquier proyecto de CC (véase el cuadro 1).

### *Conciencia del contexto*

Este componente se refiere a la conciencia contextual sobre el problema abordado, que se refleja en el control de la originalidad de la propuesta. Una comunidad de CC que participa en un proyecto existente o replica un proyecto de otra región se mantiene en la dimensión CC Limitada. La mejora de un proyecto existente lo lleva a la dimensión CC Umbral, y una vez que se genera un proyecto original, trasciende a la dimensión CC Ciclo Completo.



### *Involucramiento de los ciudadanos*

Este componente abarca tanto la perspectiva de los participantes como la de los operadores del proyecto. Supone establecer protocolos y procedimientos como el consentimiento informado y la privacidad de los datos. Los participantes pasan de una posición relativamente pasiva a la cocreación y, finalmente, al liderazgo de la iniciativa.

### *Aprovechamiento de la infraestructura*

Esta dimensión considera la infraestructura accesible al proyecto y cómo la dinámica interactiva de los participantes en la CC influye en la movilidad entre las dimensiones. Lo ideal es que los participantes mejoren las interacciones existentes dentro de la infraestructura.

### *Innovación tecnológica*

En esta dimensión se aborda el uso o la creación de tecnología de apoyo a la administración del proyecto, el almacenamiento y el análisis de los datos, y la capacidad de difundir la información a los participantes. En la dimensión CC Limitada, se utiliza tecnología de uso general aplicada al proyecto, sin ningún desarrollo particular; pero los participantes del proyecto pueden comunicarse entre sí. En el nivel de CC Ciclo Completo, encontramos software especializado para recoger y analizar datos o software desarrollado a la medida del proyecto para cumplir los requisitos del contexto.

### *Innovación educativa*

Este componente refleja la importancia de incorporar nuevos procesos sostenibles para reforzar la educación con el fin de incidir en el aprendizaje a lo largo de la vida. En el nivel más básico, las iniciativas de la CC pueden carecer de visión educativa. Utilizando recursos educativos, los participantes hacen que los proyectos trasciendan el umbral; proponen recursos reutilizables para que la educación formal y no formal siga teniendo impacto.

### *Alcance y Escala*

El alcance del proyecto se mide con este componente, teniendo en cuenta el número de personas beneficiadas, el número de ciudadanos que participan en la recogida de datos y el alcance geográfico de los datos recuperados y analizados. En su dimensión CC Limitada, los proyectos de CC ocurren dentro de una localidad con la participación de los ciudadanos que viven en la comunidad. En el nivel de CC Ciclo Completo, participan varias localidades globales, y los ciudadanos interesados que viven en estas comunidades trabajan a diferentes niveles.

### *Creación de redes*

Este componente nos permite identificar el número de actores involucrados en los proyectos de CC, conforme se completa la participación de representantes de la quintuple hélice —Sistemas Político, Social, Medioambiental, Económico y Educativo— se podrá transitar de la dimensión CC Limitada a la de CC Ciclo Completo.

### *Pensamiento Complejo*

Proponer soluciones a problemas complejos implica utilizar la competencia de pensamiento complejo, que consiste en el pensamiento sistémico, el pensamiento científico, el pensamiento crítico y el pensamiento innovador. En el nivel CC Limitado sólo se desarrolla una subcompetencia, mientras que en el nivel de CC Ciclo Completo, los cuatro tipos de subcompetencias se desarrollan de forma integrada. El uso de cada tipo de pensamiento aporta una dimensión a la solución del problema

**Tabla 1**

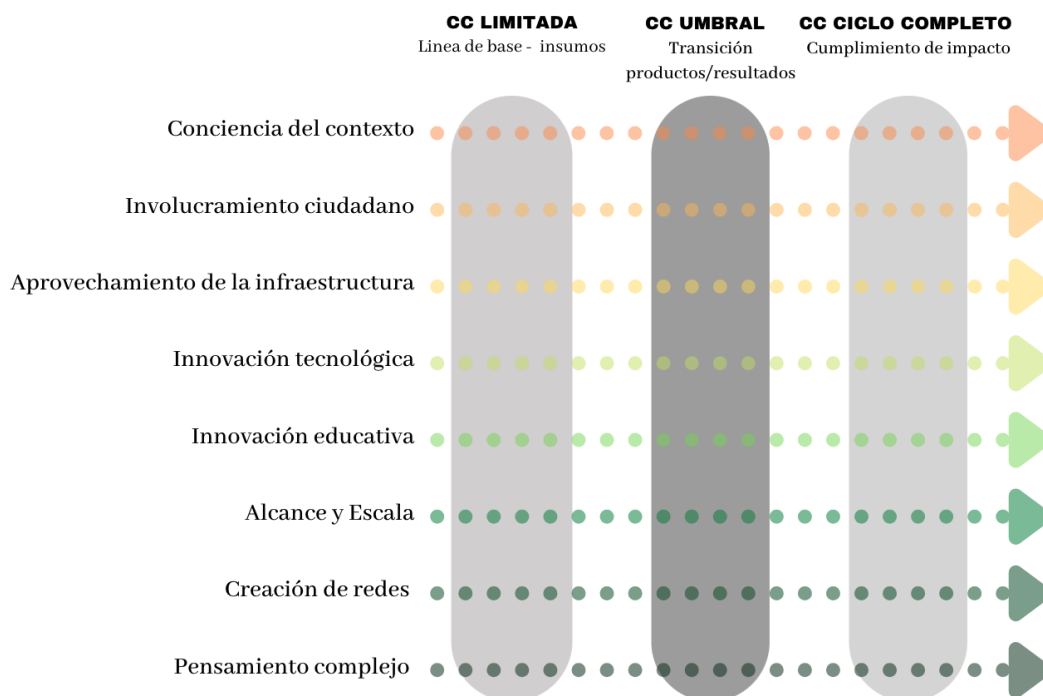
*Dimensiones y componentes críticos para la trascendencia holística de la SC*

<b>Dimensiones Componentes</b>	<b>CC Limitada (Línea de base- insumos)</b>	<b>CC Umbral (Transición productos/ resultados)</b>	<b>CC Ciclo Completo (Cumplimiento de impacto)</b>
<b>Conciencia del contexto</b>	Participación o réplica de un proyecto existente.	Mejora de un proyecto existente	Lanzamiento de un proyecto de tema original
<b>Involucramiento ciudadano</b>	Pasivo; sigue a un líder	Co-crea una propuesta	Lidera un proyecto
<b>Aprovechamiento de la infraestructura</b>	Ninguna o mínima interacción con la infraestructura disponible	Interacciones moderadas dentro de la infraestructura disponible	Mejora las interacciones dentro de la infraestructura
<b>Innovación tecnológica</b>	Uso pasivo de tecnología de bajo nivel	Adaptación de la tecnología	Creación de tecnología y/o uso de tecnologías avanzadas.
<b>Innovación educativa</b>	Falta de enfoque educativo	Incrementa el uso de recursos educativos	Propone recursos reutilizables para la educación formal/no formal
<b>Alcance y Escala</b>	Número de participantes: local Número de lugares donde se recogen los datos: local	Número de participantes: nacional Número de lugares donde se recogen los datos: nacional	Número de participantes: mundial Número de lugares donde se recogen los datos: mundial
<b>Creación de redes</b>	Una o dos hélices	Interacción de tres hélices	Integración de cuatro a cinco hélices que concluye con Políticas Públicas
<b>Pensamiento Complejo</b>	Ninguna o sólo una de las subcompetencias se desarrolla.	Se desarrollan dos o tres de las subcompetencias.	Se desarrollan las cuatro subcompetencias.

*Nota: Los ocho componentes son fundamentales para la contribución holística de los proyectos de CC.*

Al abordar los componentes cruciales para atravesar el umbral de la CC, se anima a los investigadores y aficionados a la ciencia a diseñar proyectos de CC de ciclo experiencial completo con la finalidad de mejorar el aprendizaje personal y el impacto de la iniciativa. Las acciones llevadas a cabo en cada dimensión abarcan el tipo de actividad e interacción llevada a cabo por los participantes, vinculada al tipo de contribución. El impacto previsto resulta de la combinación estratégica de los distintos componentes según las características del proyecto. Debido a la naturaleza diversa de los proyectos de CC, el paso por las dimensiones de cada componente progresará de forma diferente en cada caso (véase la Fig. 4).

**Figura 4**  
*Umbral de Ciencia Ciudadana*



*Nota: Los ocho componentes progresan a diferentes ritmos a través de las dimensiones.*

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los proyectos de CC se han centrado en el "hacer" de la ciencia, pasando por alto el tema de la relevancia que adquieren los participantes. El análisis de los marcos identificó una falta de atención al desarrollo de las subcompetencias del pensamiento complejo (Figura 3). El creciente interés por la macrocompetencia del pensamiento complejo en la innovación educativa (Ramírez et al., 2022) es un aviso de que no se está prestando suficiente atención al desarrollo de sus subcompetencias en los proyectos de CC (Araújo et al., 2022; Belluigi y Cundill., 2017; Castell et al., 2021; Constant y Roberts, 2017). Para la comunidad involucrada

en el diseño de proyectos de CC, este hallazgo es un llamado para considerar la medición del desarrollo del pensamiento complejo con sus métricas.

El fundamento basado en la evidencia es adecuado para avanzar la cascada de proyectos de CC. Nuestro análisis reveló que en la última década, los marcos de CC se han incrementado notablemente (Figura 2) debido principalmente al uso de tecnologías y a la conectividad (Cappa et al., 2018; McCurdy & Vinogradova-Shiffer, 2021; Nesbit et al., 2020; Paul et al., 2021). En particular, las grandes organizaciones internacionales han integrado la CC en sus directrices (UNESCO, 2021a) y la han fomentado a través de programas financieros (European Commission, 2020). Esto ha contribuido a desarrollar asociaciones con instituciones de educación superior en varios países (Zourou y Tseliou, 2020). El reconocimiento a nivel de los gobiernos y de las principales instituciones internacionales es un indicativo de la prominencia y la prosperidad esperada de las iniciativas de la CC.

Hay margen para mejorar el diseño de los proyectos de la CC de forma más integral. Se identificaron tres grupos principales de énfasis dentro de los marcos de la CC: prevención y control, evaluación y diseño de proyectos, y educación e investigación (Figura 2). Los marcos que consideran la participación de los individuos y el compromiso de la comunidad en los proyectos de CC se centran en su papel de participación más que en el desarrollo de competencias (Fischer et al., 2021; Haklay, 2018; Lotfian et al., 2020; Nardi et al. 2021; Pandya, 2012; Spasiano et al., 2021; Wiggins & Crowston, 2011; Yang et al., 2019). Los fundamentos para el diseño de proyectos de CC se encuentran en un nivel de madurez con marcos temáticos que apoyan la eficiencia.

La noción de que los proyectos de CC deben tener un impacto holístico es muy relevante. Los resultados clave de este estudio son el análisis metodológico basado en el IEBE de la guía de cuatro etapas para el desarrollo del marco de CC (figura 1), y la propuesta de tres dimensiones de la TdC para el avance de los proyectos de CC (Tabla 1). Por un lado, la IEBE permitió estructurar la dirección de la investigación para acoger proyectos de CC innovadores, potenciados por la tecnología (Sarango-Lapo et al., 2021). Por otro lado, la TdC proporcionó el andamiaje previsto para construir las dimensiones que incluían numerosos actores y circunstancias al enfrentar la complejidad (UNDAF, 2016). La estructura que proponemos debería permitir a los proyectos de CC diseñar una TdC personalizada con diversas posibilidades de aplicación.

La mejora del diseño y el alcance de los proyectos de CC implica la identificación de los componentes que deben medirse y el seguimiento de su rendimiento desde múltiples perspectivas. Se ha propuesto una tipología de ocho componentes para medir el impacto de los proyectos de CC: Conciencia del contexto, Involucramiento de los ciudadanos, Aprovechamiento de la infraestructura, Innovación tecnológica, Innovación educativa, Alcance y Escala, Creación de redes, y Pensamiento complejo (Tabla 1, Figura 4.). Además de los componentes y los diversos enfoques, las instituciones de educación superior pueden desempeñar un papel crucial como vínculo entre la sociedad y la ciencia (Zourou y Tseliou, 2020). La conciencia del impacto de los componentes del proyecto integrado de la CC es fundamental para diseñar y medir su alcance e impacto.

Entre las limitaciones del estudio, señalamos la necesidad de proponer los subniveles que podrían experimentar los proyectos en las dimensiones. Es igualmente importante ejemplificar las posibles combinaciones de componentes según el tipo de proyecto de CC que se supervise. Más aún, la naturaleza de los proyectos de CC que forman cada vez más a los participantes amateurs para trascender potencialmente la dimensión del umbral, exige protocolos y mecanismos para fortalecer y sostener la CC ética. En futuros estudios se abordará cómo el marco del umbral de la CC y su tipología pueden dar lugar a la creación de herramientas educativas innovadoras que midan el desempeño de los proyectos de CC. Asimismo, desde la

perspectiva de la investigación, prevemos la necesidad de presentar estudios de casos en los que se apliquen y definan con más detalle las dimensiones y los componentes del marco; de definir con más detalle la CC de ciclo completo; y, si es deseable, de planificar la transición de dichos proyectos.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo financiero y técnico de Writing Lab, Institute for the Future of Education, Tecnológico de Monterrey, México, en la producción de este trabajo, al OpenResearchLab y al proyecto SKILIKET4C del Grupo de Investigación Interdisciplinaria Razonamiento para la Complejidad (R4C-IRG).

## REFERENCIAS

- Antelio M., Esteves M. G. P., Schneider D., y Souza J.M.D. (2012). Qualitocracy: A data quality collaborative framework applied to citizen science. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 931-936. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2012.6377847>
- Araújo J. L., Morais C., y Paiva J. C. (2022). Student participation in a coastal water quality citizen science project and its contribution to the conceptual and procedural learning of chemistry. *Journal of Baltic Science Education*. 20(6). 881-893. <https://doi.org/10.33225/JBSE/21.20.881>
- Arazy, O., y Malkinson, D. (2021). A Framework of Observer-Based Biases in Citizen Science Biodiversity Monitoring: Semi-Structuring Unstructured Biodiversity Monitoring Protocols. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.693602>
- Asingizwe, D., Poortvliet, P. M., Koenraadt, C. J. M., Van Vliet, A. J. H., Murindahabi, M. M., Ingabire, C., Mutesa, L., y Feindt, P. H. (2018). *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 86-87, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.06.002>
- Ballerini, L., y Berth, S. (2021). Using citizen science data to monitor the Sustainable Development Goals: a bottom-up analysis. *Sustainability* *Science*. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01001-1>
- Baudry, J., Tancoigne, É., y Strasser, B. (2021). Turning crowds into communities: The collectives of online citizen science. *Social Studies of Science*, 1-26. <https://doi.org/10.1177/03063127211058791>
- Belluigi, D. Z., y Cundill, G. (2017). Establishing enabling conditions to develop critical thinking skills: a case of innovative curriculum design in Environmental Science. *Environmental Education Research*, 23(7). 950-971. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1072802>
- Bolici, F., y Colella, N. A. (2019). How to Design Citizen-Science Activities: A Framework for Implementing Public Engagement Strategies in a Research Project. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 27, 149-162. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90500-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90500-6_12)
- Bonney, R., Cooper, C., y Ballard, H. (2016). The Theory and Practice of Citizen Science: Launching a New Journal. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1), p. 1. <https://doi.org/10.5334/cstp.65>
- Cappa, F., Laut, J., Porfiri, M., y Giustiniano, L. (2018). Bring them aboard: rewarding participation in technology-mediated citizen science projects. *Computers in Human Behavior*,

89.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.017>  
 Callaghan, C. T., Ozeroff, I., Hitchcock, C., y Chandler, M. (2020). Capitalizing on opportunistic citizen science data to monitor urban biodiversity: A multi-taxa framework. *Biological Conservation*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108753>
- Callaghan, C. T., Watson, J. E. M., Lyons, M. B., Cornwell, W. K., y Fuller, R. A. (2021). Conservation birding: A quantitative conceptual framework for prioritizing citizen science observations. *Biological Conservation*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108912>
- Castell, N., Grossberndt, S., Gray, L., Fredriksen, M. F., Skaar, J. S., y Høiskar, B. A. K. (2021). Implementing Citizen Science in Primary Schools: Engaging Young Children in Monitoring Air Pollution. *Frontiers in Climate*. 3. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.639128>
- Cerquides, J., Mülâyim, M. O., Hernández-González, J., Shankar, A. R., y Fernandez-Marquez, J. L. (2021). A conceptual probabilistic framework for annotation aggregation of citizen science data. *Mathematics*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/math9080875>
- Chase, S. K., y Levine, A. (2016). A framework for evaluating and designing citizen science programs for natural resources monitoring. *Conservation Biology*, 30(3), 456-466. <https://doi.org/10.1111/cobi.12697>
- Constant, N., y Roberts, L. (2017). Narratives as a mode of research evaluation in citizen science: Understanding broader science communication impacts. *Journal of Science Communication*, 16(4), 1-18. <https://doi.org/10.22323/2.16040203>
- Coulson, S., y Woods, M. (2021). Citizen Sensing: An Action-Orientated Framework for Citizen Science. *Frontiers in Communication*, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.629700>
- Eagles-Smith, C. A., Willacker, J. J., Nelson, S. J., Flanagan Pritz, C. M., Krabbenhoft, D. P., Chen, C. Y., Ackerman, J. T., Campbell Grant, E. H., y Pilliod, D. S. (2020). A national-scale assessment of mercury bioaccumulation in United States national parks using dragonfly larvae as biosentinels through a citizen-science framework. *Environmental Science and Technology*, 54(14), 8779-8790. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c01255>
- ECSA (European Citizen Science Association) (2015). *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- European Commission (2016). *Open innovation, open science, open to the world: A vision for Europe*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.
- European Commission (2020). *Citizen science and citizen engagement: achievements in Horizon 2020 and recommendations on the way forward*, (N, Delaney, editor, Z, Tornasi, editor) Publications Office. <https://doi.org/10.2777/05286>
- Fischer, H., Cho, H., y Storksdieck, M. (2021). Going beyond hooked participants: The nibble-and-drop framework for classifying citizen science participation. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6(1), <https://doi.org/10.5334/cstp.350>
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., y Butler, P. (2020). Technological ecosystems in citizen science: A framework to involve children and young people. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su12051863>
- Garriga, J., Piera, J., y Bartumeus, F. (2017). A Bayesian framework for reputation in citizen science. *CEUR Workshop Proceedings*, 1960. <http://ceur-ws.org/Vol-1960/paper6.pdf>

- Goehrke, S. (2020). Making Made Right: This Czech Company Guides Global 3-D Printing Pandemic Response. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/sarahgoehrke/2020/03/28/making-made-right-this-czech-company-guides-global-3-d-printing-pandemic-response/?sh=21a75e36624b>
- Groot, B., y Abma, T. (2022). An ethics framework for citizen science and public and patient participation in research. *BMC Medical Ethics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12910-022-00761-4>
- Haklay, M. (2018). Participatory citizen science. En S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, y A. Bonn (Eds.), *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. UCL Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.11>
- Hecker, S., Bonney, R., Haklay, M., Hölker, F., Hofer, H., Goebel, C., Gold, M., Makuch, Z., Ponti, M., Richter, A., Robinson, L., Iglesias, J.R., Owen, R., Peltola, T., Sforzi, A., Shirk, J., Vogel, J., Vohland, K., Witt, T., y Bonn, A. (2018). Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(1), p. 4. <https://doi.org/10.5334/cstp.114>
- Hennig, S., Hölbling, D., Ferber, N., y Tiede, D. (2019). Framework and components for citizen science projects – the citizenmorph project [Rahmenkonzept und komponenten für citizen-science-projekte – das projekt citizenmorph]. *AGIT- Journal für Angewandte Geoinformatik*, 5, 2-13. <https://doi.org/10.14627/537669001>
- Hiller, S. E., Whitehead, A., y Kitsantas A. (2019). Enhancing stem motivation through citizen science programs: A framework for educators and researchers. *Enhancing STEM Motivation through Citizen Science Programs*, 4-26.
- Hultquist, C. and Cervone, G. (2017). Citizen monitoring during hazards: validation of Fukushima radiation measurements. *GeoJournal* 83, 189–206. <https://doi.org/10.1007/s10708-017-9767-x>
- Hyvönen, E., Rantala, H., Ikkala, E., Koho, M., Tuominen, J., Anafi, B., Thomas S., Wessman A., Oksanen E., Rohiola V., Kuitunen J., y Ryyppö, M. (2021). Citizen science archaeological finds on the Semantic Web: the FindSampo framework. *Antiquity*, 95(382), e24. <https://doi.org/10.15184/aqy.2021.87>
- Irwin, A. (2018). No PhDs needed: how citizen science is transforming research. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07106-5>
- Katapally, T. R. (2019). The SMART framework: Integration of citizen science, community-based participatory research, and systems science for population health science in the digital age. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(8). <https://doi.org/10.2196/14056>
- Li, E., Parker, S. S., Pauly, G. B., Randall J. M., Brown B. V., y Cohen, B. S. (2019). An Urban Biodiversity Assessment Framework That Combines an Urban Habitat Classification Scheme and Citizen Science Data. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00277>
- Lotfian, M., Ingensand, J., y Brovelli, M. A. (2020). A framework for classifying participant motivation that considers the typology of citizen science projects. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/ijgi9120704>
- McCurdy, A., y Vinogradova-Shiffer, N. (2021). Advancing Ocean Science Through Open Science and Software on the Cloud. *Marine Technology Society Journal*, 55(3), pp. 146-147(2). Marine Technology Society. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.55.3.25>
- Miranda, J., Ramírez-Montoya, M. S., y Molina, A. (2021). Education 4.0 Reference Framework for the Design of Teaching-Learning Systems: Two Case Studies Involving Collaborative Networks

- and Open Innovation. *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5\\_65](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_65)
- MSCA (2022). MSCA 25 ans: Next-generation MSCA: opening a new era for change. Marie Skłodowska-Curie Actions. PSL Université Paris. <https://psl.eu/msca-conference-next-generation-msca-opening-new-era-change>
- Nardi, F., Cudennec, C., Abrate, T., Allouch, C., Annis, A., Assumpção, T., Aubert, A. H., Béro, D., Braccini, A. M., Buytaert, W., Dasgupta, A., Hannah, D. M., Mazzoleni, M., Polo, M. J., Sæbø, Ø., Seibert, J., Tauro, F., Teichert, F., Teutonico, R., Uhlenbrook, S., Wahrman Vargas, C., y Grimaldi, S. (2021). Citizens AND Hydrology (CANDHY): conceptualizing a transdisciplinary framework for citizen science addressing hydrological challenges. *Hydrological Sciences Journal*. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1849707>
- Nesbit, P. R., Boulding, A. D., Hugenholtz, C. H., Durkin, P. R., y Hubbard, S. M. (2020). Visualization and sharing of 3D digital outcrop models to promote open science. *GSA Today*, 30(6). <https://doi.org/10.1130/GSATG425GW.1>
- Pandya, R. E. (2012). A framework for engaging diverse communities in Citizen science in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 314-317. <https://doi.org/10.1890/120007>
- Paul, J. D., Bee, E., y Budimir, M. (2021). Mobile phone technologies for disaster risk reduction. *Climate Risk Management*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100296>
- Peel, J. (2020). The 'rights' way to democratize the science-policy interface in international environmental law? A reply to Anna-Maria Hubert. *The European Journal of International Law*, 31(2). <https://doi.org/10.1093/ejil/cha042>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Z, J., y Miranda, J. (2022). Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation — A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Reed, J., Rodriguez, W., y Rickhoff, A. (2012). A framework for defining and describing key design features of virtual citizen science projects. *ACM International Conference Proceeding Series*. 623-625. <https://doi.org/10.1145/2132176.2132314>
- Resnik, D. B., Elliott, K. C., y Miller, A. K. (2015). A framework for addressing ethical issues in citizen science. *Environmental Science and Policy*, 54, 475-481. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.008>
- Robinson, K. L., Luo, J. Y., Sponaugle, S., Guigand, C., y Cowen, R. K. (2017). A Tale of Two Crowds: Public Engagement in Plankton Classification. *Front. Mar. Sci.* 4:82. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00082>
- Ruiz-Mallén, I., Riboli-Sasco, L., Ribault, C., Heras, M., Laguna, D., y Perié, L. (2016). Citizen Science: Toward Transformative Learning. *Science Communication* 38(4), 523-534. <https://doi.org/10.1177/1075547016642241>
- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J., y Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Teachers' Digital Skills training by using the Educational Innovation based on Evidence methodology (EIBE). In J. Mena, A. García-Valcárcel, F. García-Peñalvo, M. Martín (Eds.), *Search and Research: Teacher Education for Contemporary Contexts*. Editions Universidad de Salamanca. 1005–1014.



- Sarango-Lapo, C. P., Mena, J. J., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Evidence-based educational innovation model in the framework of Education 4.0: promoting digital information competencies for teachers. *Sustainability* 13(18), 10034. <https://doi.org/10.3390/su131810034>
- Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Spasiano, A., Grimaldi, S., Braccini, A. M., Nardi, F. (2021). Towards a transdisciplinary theoretical framework of citizen science: results from a meta-review analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147904>
- Strasser, J., Baudry, J., Mahr, D., Sanchez, G., y Tancoigne, E. (2019). "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. *Science y Technology Studies* 32(2), 52-76. <https://doi.org/10.23987/sts.60425>
- Stubbs, J., Cardone, R., Packard, M., Jamthe, A., Padhy, S., Terry, S., Looney, J., Meiring, J., Black, S., Dahan, M., Cleveland, S., y Jacobs, G., (2021). Tapis: An API Platform for Reproducible, Distributed Computational Research. En K. Arai K. (Ed.), *Advances in Information and Communication. FICC 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1363*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73100-7\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73100-7_61)
- Tancoigne, E. (2017). Four things Twitter tells us about "Citizen Science" (and 1,000 things it doesn't). <http://citizensciences.net/2017/01/26/4-things-twitter-tells-us-about-citizen-science/>
- Teng, W., y Albayrak, A. (2017). Framework for processing citizen science data for applications to NASA earth science missions. *IGTF 2017 - Imaging and Geospatial Technology Forum 2017*, ASPRS Annual Conference. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20170002319>
- UNDAF (2016). *Theory of Change Concept Note*. United Nations Development Group Latin America and the Caribbean. <https://unsdg.un.org/sites/default/files/16-2016-10-18-Guidance-on-ToC-PSG-LAC.pdf>
- UNDAF (2017). *Theory of Change UNDAF Companion Guidance*. United Nations Sustainable Development Group. <https://unsdg.un.org/sites/default/files/UNDAF-Companion-Pieces-7-Theory-of-Change.pdf>
- UNEP (2019). *The untapped potential of citizen science to track progress on the Sustainable Development Goals*. UN Environment Programme. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/untapped-potential-citizen-science-track-progress-sustainable-development>
- UNESCO (2021a). *UNESCO Recommendation on Open Science*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949.locale=en>
- UNESCO (2021b). *UNESCO SCIENCE REPORT: The race against time for smarter development*. UNESCO, pp. 12-16. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377447?13=null&queryId=2a545ebd-33c2-4993-8e0a-93af21336ebd>
- Van Kleek, M., y Simperl, E. (2017). From Crowd to Community: A Survey of Online Community Features in Citizen Science Projects. *CSCW '17: Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*. 2137-2152. <https://doi.org/10.1145/2998181.2998302>
- Warnecke, D., Wittstock, R., y Teuteberg, F. (2019). Benchmarking of European smart cities – a maturity model and web-based self-assessment tool. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 10(4), 654-684. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2018-0057>

- Welvaert, M., y Caley, P. (2016). Citizen surveillance for environmental monitoring: combining the efforts of citizen science and crowdsourcing in a quantitative data framework. *SpringerPlus*, 5(1), <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3583-5>
- Wiggins, A., y Crowston, K. (2011). From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207>
- Yang, D., Wan, H. Y., Huang, T.-K., y Liu, J. (2019). The role of citizen science in conservation under the telecoupling framework. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041108>
- Zourou, K., y Tseliou, A. (2020). Academia permeating society through Citizen Science: Recommendations for Higher Education Institutions. INOS consortium. En T. Gibson, S. J. Murray, S. Erdelez, B. A. Disney, y B. Greenspan (2018), Digital humanities, libraries, and crowdsourcing: Foundations of digital textual technologies. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 55(1), 808-810. <https://doi.org/10.1002/pr2.2018.14505501126>

**Fecha de recepción del artículo:** 30/11/2021

**Fecha de aceptación del artículo:** 01/04/2022

**Fecha de aprobación para maquetación:** 18/04/2022