

NOMBRE DEL TRABAJO

**3-FOURNIER_ TESINA_PROYECTO DE CI
ENCIA CIUDADANA revisado 01 de agost
o.docx**

AUTOR

TESINA_FOURNIER_CYT

RECUENTO DE PALABRAS

16793 Words

RECUENTO DE CARACTERES

101793 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

99 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

633.1KB

FECHA DE ENTREGA

Aug 12, 2024 9:14 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 12, 2024 9:16 AM GMT-5

● 3% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 16 palabras)

ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA

MONTERRICO

PROGRAMA DE FORMACIÓN INICIAL DOCENTE ESPECIALIDAD



MONTERRICO
Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública

LOS PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA PARA EL APRENDIZAJE DE

LAS CIENCIAS DE LOS ESTUDIANTES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

BACHILLER EN EDUCACIÓN

PROGRAMA DE ESTUDIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FOURNIER SANDOVAL, Anel Antuane

MACEDO LOAYZA, Julio Cesar

MARTINEZ SALVATIERRA, Braulio Augusto

ASESORA:

Mg. BARREDA COLÁN, Ivonne Brigitte

Lima, 2024

Resumen

Abstract

1 Índice

Resumen	2
Abstract	3
Índice	4
Introducción	5
Delimitación y Planteamiento del Problema	6
Justificación	10
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Capítulo I: Marco teórico conceptual	14
Antecedentes	14
1.2. Proyectos de ciencia ciudadana	20
1.2.1. Definición de Proyectos de ciencia ciudadana	21
1.2.2. Clasificación de Proyectos de Ciencia Ciudadana	23
1.2.3. Metodología de implementación de los proyectos de ciencia ciudadana	24
1.2.4. Habilidades desarrolladas al aplicar los proyectos de ciencia ciudadana	31
1 Capítulo II: Metodología de la investigación	35
2.1. Enfoque y diseño de investigación	35
2.2. Análisis e interpretación de resultados	36
Conclusiones	40
Referencias	42
Anexos	49
ANEXO 01: Matriz de coherencia	49
ANEXO 02: Fichero Electrónico	50
ANEXO 03: Registro de páginas web	59
ANEXO 04: Matriz de triangulación	66

Introducción

El presente trabajo de investigación se centra en el análisis documental de diversas fuentes relacionadas con los proyectos de ciencia ciudadana empleados en el aprendizaje de las ciencias por estudiantes de nivel secundario.

En primer lugar, se presenta el marco teórico conceptual, donde se profundiza en la información relacionada con la unidad de análisis identificada en la investigación. En esta categoría se abordan los puntos clave durante el estudio, incluyendo la definición y clasificación de los proyectos de ciencia ciudadana, la metodología utilizada en estos proyectos, y cómo se promueven los aprendizajes en el área de las ciencias. Además, se analiza el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y científico en los estudiantes.

En segundo lugar, se expone el marco metodológico de esta investigación, el cual consiste en una revisión y análisis de fuentes primarias y secundarias. Sumado a esto, se utilizaron técnicas de recolección de información como la revisión sistemática en bases de datos y repositorios mediante palabras clave. Posteriormente, se organizó la información mediante el fichaje para luego realizar un análisis cualitativo de la información mediante una matriz de triangulación en donde se realiza un análisis crítico de la información identificando similitudes y diferencias entre las fuentes revisadas.

Finalmente, este trabajo proporciona al lector una sistematización de la información sobre los proyectos de ciencia ciudadana utilizados en el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes.

Delimitación y Planteamiento del Problema

De acuerdo a Roche, J. et al (2020), la ciencia ciudadana se ha convertido en un campo creciente en la investigación y práctica de la ciencia, que es capaz de generar nuevos conocimientos y comprensión en ésta mediante la colaboración de los ciudadanos en el proceso de la investigación científica. A medida que este campo se expande, se vuelve cada vez más importante considerar su potencial para fomentar oportunidades de educación y aprendizaje.

Por otra parte, en el ámbito educativo aún se evidencian desafíos en relación con el logro de competencias que deberían alcanzar los estudiantes. Entre estas competencias esenciales, destaca el pensamiento crítico, una capacidad fundamental para asegurar la productividad sostenida a lo largo de la vida. Según la UNESCO (2020), entre las competencias clave para el futuro de la educación superior se encuentran el pensamiento crítico, la adaptabilidad, una perspectiva global, la resiliencia y la creatividad. De acuerdo con la OECD (2023) solo el 30 % de países, que fueron evaluados mediante la Prueba Pisa en el año 2022, alcanzaron un puntaje por encima de la media de la OCDE requerida en el área de ciencias. A partir de estos resultados, se puede inferir que el 70% de estudiantes a nivel mundial posee un bajo nivel de pensamiento crítico.

De manera similar, en América Latina, países como Chile, Uruguay, Ecuador y Argentina presentan estudiantes con bajos niveles de pensamiento crítico. En Chile, Kruger (2020) menciona que pueden existir contextos escolares donde solo el 14% de estudiantes de segundo año de media son capaces de analizar críticamente una situación. Asimismo, en Uruguay también se observa instituciones educativas que necesitan mejorar el nivel de pensamiento crítico en sus estudiantes.

Por otra parte, en el Perú, la situación escolar a nivel nacional también es adversa con respecto al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Y esto se comprueba con los últimos resultados de PISA 2022, donde se observó un crecimiento del 2,2% en el desarrollo de

competencias en ciencia y tecnología en comparación con los datos de 2018. Estos resultados son clave para comprender el nivel de logro y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes. Entonces, se puede hacer mención que los estudiantes pasan gran parte de su vida en las aulas, algunos estudiantes participan fácilmente y otros sufren por encontrarle un sentido a los temas que están estudiando, es algo que se evidencia en el área de Ciencia y Tecnología. Por ello, es necesario aplicar diversas metodologías para poder desarrollar apropiadamente el pensamiento crítico.

Otro problema significativo que enfrentan los estudiantes es la dificultad para desarrollar el pensamiento científico necesario para abordar y resolver problemas complejos de manera efectiva. Esta dificultad puede atribuirse a varios factores, como la falta de exposición adecuada a métodos científicos rigurosos, la escasez de recursos educativos que fomenten la curiosidad y el razonamiento crítico, y la ausencia de oportunidades para aplicar el conocimiento teórico en situaciones prácticas. Tal y como menciona Furman, M. (2016) Enseñar una variedad de competencias relacionadas con el pensamiento científico, se revela como un enfoque más efectivo para fomentar la capacidad de pensar de forma sistemática y creativa entre los estudiantes.

En el sistema educativo peruano, los niveles de logro en pensamiento científico muestran que la mayoría de los estudiantes en la Educación Básica Regular se encuentran en etapas iniciales o en proceso. Salazar (2019) revela que, en una investigación con estudiantes de nivel inicial en San Juan de Lurigancho, el 35.7% estaban en un nivel de logro inicial, y el 53.6% en proceso en cuanto al pensamiento científico. Andrade (2021) reporta en Carabayllo que el 37% de los estudiantes estaban en un nivel inicial, mientras que el 63% alcanzó un nivel en proceso. En el nivel primario, Gaspar (2019) encontró que el 82.76% de los estudiantes en Huánuco estaban en un nivel inicial, y el 17.24% en proceso. Esta evidencia sugiere que los problemas en el desarrollo del pensamiento científico podrían persistir o incluso empeorar en la educación secundaria, dado el

déficit observado en niveles educativos más tempranos.

Pérez, Bazalar y Arhuis (2021) destacan que, en Perú, los programas educativos centrados en el estudiante permiten a los docentes implementar proyectos innovadores que fomentan la creatividad y la resolución de problemas. Estos programas proporcionan espacios para que los estudiantes exploren, fundamenten sus opiniones y lleguen a conclusiones concretas.

Además, se sugiere que el desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana podría mejorar el pensamiento científico y crítico en los estudiantes. En países como Estados Unidos, Alemania y España, se han implementado políticas para promover la ciencia ciudadana como un recurso valioso en las políticas ambientales, con el objetivo de establecerlo como un modelo a seguir en otros países.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación se posiciona en Innovación y Didáctica desde una línea general de investigación, situándose particularmente en Tendencias educativas en ciencias desde una línea específica de investigación. La relevancia de esta investigación radica en su potencial para transformar la educación científica al incorporar proyectos de ciencia ciudadana como una herramienta didáctica innovadora. Este enfoque no solo tiene el potencial de mejorar el desarrollo de competencias científicas y de pensamiento crítico entre los estudiantes, sino que también puede aumentar su interés y compromiso con las ciencias. Al fomentar una participación activa en proyectos científicos, los estudiantes pueden experimentar de primera mano el proceso de investigación, lo que les permite aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas y reales.

Al involucrarse en la recopilación y análisis de datos científicos de su entorno, los estudiantes desarrollan habilidades de observación, análisis y resolución de problemas. Esto no solo mejora su comprensión y retención del conocimiento, sino que también los prepara mejor para enfrentar desafíos complejos en el futuro. Por lo que surgió la siguiente pregunta, ¿Cómo favorecen los proyectos de ciencia ciudadana para el aprendizaje de las ciencias en los estudiantes?

Justificación

El presente trabajo de investigación documental describe la importancia de llevar a cabo los proyectos de ciencia ciudadana utilizados en el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes. De acuerdo con, Garbarino y Mason (2016) la participación en proyectos de ciencia ciudadana puede ayudar a las personas a comprender mejor cómo se lleva a cabo una investigación científica real. A medida que se participa en un proyecto se aclaran conceptos importantes como la inclusión de grupos de control, el tamaño de las muestras y el análisis estadístico. Esta comprensión es útil para diferenciar si se está realizando una investigación científica pertinente y a su vez este discernimiento ayuda a mejorar el pensamiento crítico.

Adicionalmente, los proyectos de ciencia ciudadana fomentan actitudes más positivas hacia la ciencia al permitir que las personas se involucren de manera personal y directa, lo cual hace que la ciencia sea más accesible. Esta situación es crucial, ya que facilita un aumento en la diversidad de los participantes en investigaciones científicas, al transmitir el mensaje de que la ciencia es inclusiva y accesible para todos, independientemente de su origen personal, geográfico o socioeconómico.

Por otra parte, Lüsse et al (2022) la ciencia ciudadana es un medio que ayuda a cerrar la brecha entre la ciencia y la sociedad. Esto beneficia no solo en el aprendizaje de los ciudadanos y la investigación científica, sino también en el aprendizaje temprano en la educación formal en ciencias. La ciencia ciudadana puede fomentar la comprensión del compromiso con la ciencia, así como la percepción de la relevancia de los temas científicos. Basado en una revisión de varios proyectos de ciencia ciudadana en contextos escolares, se identifican posibles resultados de aprendizaje como el conocimiento científico, habilidades prácticas y analíticas, mostrando que la ciencia ciudadana puede mejorar aspectos como la motivación, el interés y el conocimiento de los estudiantes, así como sus habilidades científicas y de comunicación. Se encuentra que los diseños de proyectos con un alto nivel de participación de los estudiantes son especialmente prometedores en términos de alcanzar los

objetivos de aprendizaje. Sin embargo, los estándares curriculares requieren una preparación minuciosa de los proyectos de ciencia ciudadana para permitir el desarrollo de su máximo potencial para todos los participantes.

La importancia de incorporar los proyectos de ciencias ciudadanas en el aula radica en su capacidad para democratizar la ciencia y promover la participación de los estudiantes en cuanto a la investigación científica. Por ello, el enfoque desafía la noción tradicional de que la ciencia solo puede ser llevada a cabo por expertos en laboratorios especializados, abriendo las puertas a una amplia gama de personas para contribuir con observaciones, datos y conocimientos. Fundación Ciencia Ciudadana (2018) afirma que es factible este enfoque participativo permite que cualquier individuo se involucre en los procesos científicos, contribuyendo con datos experimentales, formulando nuevas preguntas y colaborando con los investigadores para crear una nueva cultura científica.

Las ciencias ciudadanas promueven la alfabetización científica al involucrar a los estudiantes en actividades prácticas y relevantes vinculadas con la investigación. Este enfoque no solo mejora la comprensión general de la ciencia, sino que también refuerza habilidades como el pensamiento crítico, el pensamiento científico, la resolución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas.

Por lo tanto, esta investigación busca destacar los proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas secundarias para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes. Al participar en proyectos de investigación científica significativos y colaborativos, de esta manera los estudiantes no solo adquieren conocimientos científicos, sino que también desarrollan habilidades críticas, incluyendo el análisis de datos, la evaluación de evidencia y la formulación de preguntas clave.

Dewey, J. (1938), menciona que un enfoque educativo enriquece la experiencia de los estudiantes y los prepara para enfrentar los desafíos del mundo real con pensamiento crítico y una comprensión profunda del método científico es común en la literatura educativa. No hay una única fuente específica para esta declaración, pero está alineada con el trabajo de autores que exploran la

importancia del aprendizaje activo y del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en la educación científica.

Los docentes del área, al guiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, ayudan a fomentar la curiosidad por su entorno, motivándolos a explorar y aprender más. En otras palabras, los exponen a situaciones que fortalecen sus habilidades científicas, respaldadas por la recolección de información científica de diversas investigaciones. El aporte de esta investigación es el análisis de los datos identificados en bases científicas, repositorios universitarios y artículos científicos, brindando información sobre cómo los proyectos de ciencia ciudadana favorecen el aprendizaje de las ciencias en los estudiantes.

Objetivos

Objetivo general

- Explicar cómo favorecen los proyectos de ciencia ciudadana para el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes

Objetivos específicos

- Describir los proyectos de ciencia ciudadana que han tenido impacto en las escuelas.
- Identificar los pasos para la implementación de los proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas.
- Definir las habilidades que se desarrollan en los estudiantes mediante los proyectos de ciencia ciudadana.

Capítulo I: Marco teórico conceptual

Antecedentes

El estudio desarrollado por Brandt, M. et al. Esta investigación se publicó el 10 de agosto de 2022 como "Promoviendo la alfabetización científica en la evolución a través de la ciencia ciudadana". De acuerdo con Brandt et al. (2022), la investigación se llevó a cabo en el contexto de la ciencia ciudadana, una estrategia que involucra la participación de no profesionales en la investigación científica. La metodología empleada en la investigación fue cualitativa, enfocándose en cómo incorporar la educación en evolución en proyectos de ciencia ciudadana.

Esta metodología busca definir metas de aprendizaje clave y sugiere oportunidades para diseñar y evaluar proyectos con el objetivo de promover la alfabetización científica en evolución. Además, entre los resultados, se destaca la necesidad de integrar la educación en evolución en proyectos de ciencia ciudadana para mejorar la alfabetización científica en esta área. Se proporcionan recomendaciones y ejemplos sobre cómo superar las barreras existentes y crear oportunidades. También, en las conclusiones, se subraya la importancia de diseñar y evaluar proyectos de ciencia ciudadana con objetivos claros de aprendizaje para fomentar la alfabetización científica en evolución. Se alienta a los biólogos evolutivos a desarrollar tales proyectos ya colaborar activamente con científicos de la educación para maximizar su impacto educativo.

La similitud con el presente proyecto de investigación es que los proyectos de ciencia ciudadana son capaces de desarrollar competencias en el área de ciencias como las habilidades científicas y el pensamiento crítico.

La investigación realizada por Rodríguez, G., Ametzaga, I. y Palacios, I., publicada en julio de 2022 bajo el título "Herramientas TIC y ciencia ciudadana: un camino para promover el aprendizaje de la ciencia y la Educación para el Desarrollo Sostenible en las escuelas", tenía como objetivo evaluar cómo las herramientas TIC y la ciencia ciudadana pueden fomentar el aprendizaje de la ciencia y la Educación para el Desarrollo Sostenible en el ámbito escolar. La muestra incluyó a 214 estudiantes de entre 12 y 16 años de diversas escuelas, y se utilizó un enfoque mixto que combinó métodos cuantitativos y cualitativos, empleando cuestionarios para recolectar datos de los estudiantes y entrevistas con los profesores.

De acuerdo a Rodríguez (2022), los resultados indicaron una mejora en el aprendizaje de la ciencia, un aumento en el interés y la motivación para aprender, una mejor comprensión de la importancia de los datos ambientales, y un desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de cuestionamiento. Además, se observará una mayor conexión con la naturaleza y una intención de comportamientos proambientales, así como un fortalecimiento de las competencias para la sostenibilidad. Los investigadores concluyeron que las iniciativas educativas basadas en ciencia ciudadana, apoyadas por aplicaciones TIC, pueden mejorar significativamente el aprendizaje de la ciencia y promover la Educación para el Desarrollo Sostenible, proporcionando a los estudiantes las habilidades y conocimientos necesarios para el siglo XXI.

Con respecto a las similitudes con el presente estudio de investigación se identifica cómo los proyectos de ciencia desarrollan habilidades científicas y pensamiento crítico.

Cabe señalar que la investigación fue realizada por Van Haeften, S. et al. y fue publicado en el 2021 con el título de "Observadores de Gramíneas: Un proyecto de ciencia ciudadana para monitorear la distribución y fenología de la floración de las gramíneas durante el confinamiento por COVID-19". Concordando con Van Haeften et al. (2021), el objetivo de la investigación fue coleccionar datos sobre la distribución y fenología de la floración de las gramíneas en Brisbane, Australia para involucrar a estudiantes de secundaria en la investigación científica durante el confinamiento por COVID-19 explorando el potencial de la ciencia ciudadana para la educación y la participación comunitaria.

La investigación fue desarrollada en Brisbane, Australia. La muestra de la investigación constó de 120 estudiantes de secundaria de Corinda State High School (CSHS) en Brisbane, Australia. La metodología de la investigación utilizó un enfoque cualitativo. En cuanto a los resultados de la investigación, se obtuvo que los estudiantes recolectaron datos sobre más de 200 especies de gramíneas identificando patrones en la distribución y fenología de las gramíneas en Brisbane. De esta forma, aprendieron sobre la ciencia de las gramíneas, la investigación científica y la importancia de la ciencia ciudadana. Los investigadores concluyeron que la ciencia ciudadana puede ser una herramienta eficaz para recolectar datos científicos y para involucrar a estudiantes en la investigación.

Asimismo, los proyectos de ciencia ciudadana pueden tener beneficios educativos y de participación comunitaria. En este proyecto los estudiantes desarrollaron aspectos relacionados al pensamiento crítico la evaluación de información, la formulación de preguntas de investigación y la búsqueda de respuestas fomentan el cuestionamiento, la reflexión y la toma de decisiones informadas que son aspectos fundamentales del pensamiento crítico. La similitud con la presente investigación radica en que los proyectos de ciencia ciudadana tienen la capacidad de fomentar habilidades científicas y el pensamiento crítico.

Se debe considerar que la siguiente investigación realizada por Anderson et al. Fue publicado en enero del 2020 con el título de " Uso de la ciencia ciudadana en línea para desarrollar las capacidades científicas de los estudiantes". De acuerdo con Anderson (2020) el objetivo de la investigación fue explorar cómo los proyectos de ciencia ciudadana en línea pueden usarse en la educación científica de nivel de primaria en Nueva Zelanda para desarrollar la capacidad de los estudiantes para criticar datos de investigación. La investigación tuvo lugar en las Escuelas primarias en Nueva Zelanda. La muestra de la investigación constó de tres grupos.

El primer grupo constó de 62 estudiantes de entre 06 y 10 años, el segundo con 21 estudiantes de entre 8 y 10 años, y el tercero con 44 estudiantes de 11 a 13 años. La metodología de esta investigación se realizó con un enfoque cualitativo en base al análisis de tres casos, se realizaron observaciones en el aula, reflexiones de la profesora, desarrollo de cuestionarios y entrevistas grupales a los estudiantes, y muestras de trabajo de los estudiantes. En cuanto a los resultados, los investigadores determinaron que los estudiantes identificaron inconsistencias en los datos de uno de los tres proyectos desarrollados. Los estudiantes reconocieron que estas inconsistencias podrían afectar la confiabilidad de los datos.

Por otra parte, los investigadores concluyeron que los proyectos online de ciencia ciudadana pueden ser herramientas valiosas para desarrollar las capacidades científicas de los estudiantes, especialmente cuando se integran en una unidad de ciencia con estrategias de enseñanza enfocadas. A su vez, esta investigación destaca el potencial de los proyectos online de ciencia ciudadana para promover la participación de los estudiantes en la ciencia y contribuir al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Por otra parte, Rachmawati, Hidayat y Supriatno (2022) desarrollaron una investigación titulada "Análisis del desarrollo de hojas de trabajo sobre diversidad de plantas con flores basado en ciencia ciudadana para mejorar la capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes". El propósito

de este estudio fue evaluar la viabilidad de la Hoja de Trabajo sobre la Diversidad de Plantas con Flor basada en la Ciencia Ciudadana desarrollada, así como el mejoramiento de las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes de una institución educativa en Indonesia.

Se utilizó una hoja de validación de cuatro escalas para evaluar la viabilidad de la Hoja de Trabajo sobre la Diversidad de Plantas con Flor basada en la Ciencia Ciudadana en función de la competencia, la práctica, la construcción del conocimiento y la apariencia de la habilidad de pensamiento crítico. En este estudio participaron 104 estudiantes de décimo grado. El desarrollo más notable en la habilidad de pensamiento crítico fue en la capacidad de interpretación, mientras que la capacidad de inferencia mejoró menos. Como resultado, se puede inferir que la Hoja de Trabajo sobre la Diversidad de Plantas con Flor basada en la Ciencia Ciudadana es bastante efectiva para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

Por otro lado, Muaziyah, Hidayat, Sriyati y Lutianasari en el año 2023 realizaron un artículo científico titulado “Implementación del plan de estudios Merdeka utilizando un proyecto de ciencia ciudadana Weather-it para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de Estudiantes de secundaria”. De acuerdo con Muaziyah (2023), el objetivo de este proyecto era mejorar las habilidades de los estudiantes, una de ellas es el pensamiento crítico. Por otra parte, una de las finalidades también fue evaluar la viabilidad del proyecto de ciencia ciudadana, Weather-it, como parte de las actividades de proyecto en el plan de estudios Merdeka para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. En este estudio participaron un total de 42 estudiantes de séptimo grado de una escuela secundaria en Bandung, Indonesia. Los resultados mostraron un aumento en el valor promedio del pensamiento crítico de los estudiantes. Esta investigación se relaciona con el presente trabajo de investigación debido a que los proyectos de ciencia ciudadana fomentan las habilidades científicas y el pensamiento crítico.

Así mismo, Porter en el año 2022 realizó una investigación titulada “El Proyecto Vida Ardilla:

Un Marco Accesible para el Aprendizaje Experiencial” realizado en Canadá, en donde se comenta que las experiencias educativas de alta calidad son fundamentales para formar a la próxima generación de científicos, pero los métodos de enseñanza tradicionales no proporcionan un acceso equitativo, mientras que los métodos de alto impacto son descuidados a pesar de la evidencia que respalda las mejores prácticas pedagógicas.

Según Porter (2022), el objetivo de esta investigación fue demostrar que el desarrollo de Proyecto Vida Ardilla, la creación de un prototipo de software de herramienta de ciencia ciudadana para expandir y apoyar el Proyecto Vida Ardilla, y una discusión sobre la importancia de integrar el aprendizaje basado en la naturaleza en programas de educación superior, facilitan una educación experiencial de alta calidad y la ciencia comprometida con la comunidad, al tiempo que expone a una diversidad de personas a su entorno natural con el objetivo de fomentar conexiones entre humanos y la naturaleza. En cuanto a la similitud con el presente trabajo de investigación se trata acerca de que los proyectos de ciencia ciudadana posibilitan el aprendizaje mejorando las habilidades científicas y el pensamiento crítico.

1.2. Proyectos de ciencia ciudadana

La ciencia ciudadana tiene sus raíces en una larga historia de colaboración entre científicos y personas interesadas en la naturaleza los observadores aficionados han contribuido con observaciones valiosas que han enriquecido el conocimiento científico. Sin embargo, el término "ciencia ciudadana" comenzó a ganar popularidad a fines del siglo XX y principios del siglo XXI, a medida que la tecnología digital permitía una participación masiva y organizada de la población en proyectos científicos. El desarrollo de internet y la creación de plataformas en línea especializadas facilitaron la conexión entre científicos y ciudadanos interesados en contribuir a la investigación científica. Esto condujo a un aumento significativo en la cantidad y diversidad de proyectos de ciencia ciudadana en áreas como la biología, la astronomía, la ecología y la climatología. La ciencia ciudadana sigue

evolucionando gracias a la colaboración entre expertos y personas de diversas procedencias, ampliando así el entendimiento colectivo del mundo que habitamos.

1.2.1. Definición de Proyectos de ciencia ciudadana

Los proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas son iniciativas educativas que involucran a los estudiantes en actividades científicas, permitiéndoles contribuir a investigaciones colaborativas junto a científicos profesionales. Estos proyectos fomentan la participación activa en la recolección y análisis de datos, promoviendo el aprendizaje práctico de conceptos científicos y el desarrollo de habilidades prácticas y analíticas. Al integrarse en el currículo escolar, estas experiencias enriquecen el entendimiento de los estudiantes sobre el método científico y su aplicación en problemas ambientales y sociales relevantes. Además, fortalecen el compromiso cívico y la conciencia ecológica entre los jóvenes.

De acuerdo con Roche et al (2020) se aplica a la ciencia que involucra a personas que no son científicos profesionales, ocupa una posición única en la comunidad científica. Del mismo modo al ser un campo de investigación, puede ir más allá de las disciplinas científicas individuales para atraer una participación pública en la investigación científica, lo que llevaría al avance general del conocimiento científico. También, la ciencia ciudadana tiene amplia capacidad de transdisciplinariedad y de integración de las ciencias naturales, físicas y de la salud con las humanidades y las ciencias sociales. Es un método excelente para aprovechar fuentes de datos no tradicionales que permiten abordar los desafíos sociales y contribuir a ciertos Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Falcao (2014), menciona que la ciencia ciudadana, es definida como la participación y colaboración en la investigación científica por parte del público general. Esto es benéfico para los investigadores, debido a que les permite recolectar muchos datos y también pueden acercarse a la investigación científica y aprender de los temas de la investigación.

López (2016) señala que el concepto de ciencia ciudadana, que tiene que ver con la participación ciudadana y el vínculo del mundo científico con la sociedad en general, en un trabajo mancomunado donde ambas partes se ven beneficiadas. También, la sociedad civil se involucra en temas relevantes para su entorno ambiental, alcanzando una mejor comprensión y sintiéndose parte de los esfuerzos de conservación, además de participar en la toma de decisiones. Los científicos enriquecen sus estudios al incluir datos recolectados por ciudadanos, los cuales serán inaccesibles sin esta colaboración debido a limitaciones de tiempo y recursos. Esta participación ciudadana otorga mayor validez y alcance a las investigaciones, y permite que los estudios tengan una aplicación concreta en la zona.

1.2.2. Clasificación de Proyectos de Ciencia Ciudadana

Según Follet y Strezov (2015), los proyectos de ciencia ciudadana pueden clasificarse según el tipo de participación voluntaria en las siguientes categorías:

- **Proyectos contributivos:** los participantes se encargan de recopilar datos y, en ocasiones, ayudan a analizarlos y a difundir los resultados.
- **Proyectos colaborativos:** además de analizar muestras, los participantes pueden contribuir al diseño del estudio, interpretar los datos, sacar conclusiones y difundir los resultados.
- **Proyectos co-creados:** los participantes se involucran en todas las etapas del proyecto, incluyendo la definición de preguntas, el desarrollo de hipótesis, la discusión de resultados y la formulación de nuevas preguntas.

A partir de esta clasificación, se infiere que el nivel de participación de los voluntarios en los proyectos de ciencia ciudadana varía según la categoría del proyecto: en los proyectos contributivos, los voluntarios se limitan principalmente a recolectar datos; en los colaborativos, también participan en el análisis y diseño del estudio; y en los co-creados, están involucrados en todas las etapas, desde

la formulación de preguntas hasta la interpretación de resultados.

Del mismo modo, García et al. (2021) identifican cuatro tipos de programas según el nivel de participación en proyectos de ciencia ciudadana. La "ciencia ciudadana colaborativa" (crowdsourcing) requiere el menor grado de participación, donde los ciudadanos simplemente reportan observaciones sin necesidad de conocimientos previos. La "inteligencia distribuida" (Distributed intelligence) demanda un mayor esfuerzo y cierto conocimiento por parte de los participantes. La "ciencia participativa" (Participatory science) implica a los ciudadanos en la definición del problema, la formulación del método y la recolección de datos. Finalmente, la "ciencia ciudadana extrema" (extreme citizen science) involucra a los participantes en todas las etapas de la investigación, incluyendo el análisis de datos. Este nivel de participación afecta la cantidad de proyectos disponibles. En un estudio sobre el Mar del Norte, la ciencia ciudadana colaborativa fue la más común (69%), seguida por la inteligencia distribuida (25%). Dos proyectos emplearon la ciencia participativa y solo cinco alcanzaron el nivel de ciencia ciudadana extrema. Así, cuanto mayor es el nivel de participación, mayor es el esfuerzo requerido, lo que resulta en menos proyectos. La ciencia ciudadana colaborativa, que requiere menos esfuerzo y conocimientos, es la más frecuente en términos de cantidad de proyectos y participantes.

Asimismo, Según Schäfer y Kieslinger (2016), hay dos aspectos clave para diferenciar los tipos de ciencia ciudadana. El primero es el origen del conocimiento, que varía desde proyectos dominados por investigadores hasta aquellos donde los ciudadanos son los principales productores de conocimiento. El segundo es el enfoque de las actividades del proyecto, que puede oscilar entre proyectos orientados a responder preguntas científicas y aquellos centrados en apoyar intervenciones en sistemas socio- ecológicos.

1.2.3. Metodología de implementación de los proyectos de ciencia ciudadana.

De acuerdo Heigl et al (2020) Todo proyecto de ciencia ciudadana debe transmitir al

participante que su tiempo y el esfuerzo que invierte en el proyecto sirve a un objetivo mayor. Del mismo modo, el proyecto tiene que generar confianza en que sus resultados son válidos y confiables. Asimismo, todo proyecto de ciencia ciudadana debe ser científico y éticamente sólido. Por lo cual, para asegurarse estas expectativas se deben cumplir 07 criterios principales, a su vez, cada criterio se encuentra detallado por subcriterios. Los criterios son: Lo que no es ciencia ciudadana, Estándares científicos, Colaboración, Ciencia Abierta, Comunicación, Ética y Gestión de datos.

Tabla N°01: Pasos para la implementación de los proyectos de ciencia ciudadana

Criterio	Subcriterios
Lo que no es ciencia ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye proyectos que involucran solamente a personas con antecedentes profesionales y científicos específicos del proyecto.
	<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye proyectos realizados por científicos profesionales o instituciones científicas, en los que las personas simplemente son entrevistadas sobre su opinión/actitud, forma de vida, etc.
	<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye proyectos de científicos profesionales o instituciones científicas, que simplemente recopilan datos sobre los participantes.
	<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye proyectos de científicos profesionales o instituciones científicas, en los que los participantes proporcionan recursos sólo de forma pasiva.

Estándares científicos	<ul style="list-style-type: none"> - Debe haber una pregunta, hipótesis u objetivo científico declarado que pueda responderse, probarse o lograrse con el proyecto. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Los métodos deben presentarse de forma comprensible, apropiada y específica para cada campo. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben generar nuevos conocimientos (por ejemplo, una mejor comprensión de determinadas relaciones) o desarrollar nuevos métodos.
Colaboración	<ul style="list-style-type: none"> - Debe haber un valor añadido para todos los participantes, tanto los científicos ciudadanos como los científicos profesionales. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Los objetivos del proyecto deben ser inalcanzables sin la colaboración de los ciudadanos científicos.
Ciencia Abierta	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos y resultados del proyecto deben estar disponibles para todos los interesados <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben utilizar plataformas de acceso abierto para la difusión de los resultados. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe promover la reutilización de los datos por parte de otros investigadores y ciudadanos.
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Debe haber canales de comunicación claros y efectivos entre los investigadores y los participantes. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben proporcionar actualizaciones regulares sobre el progreso y los resultados del proyecto.

-
- Los resultados y el impacto del proyecto deben comunicarse de manera accesible para una audiencia amplia.

Ética

- El proyecto debe respetar la dignidad y los derechos de todos los participantes.

-
- Se deben obtener los consentimientos informados necesarios para la participación en el proyecto.

Gestión de datos

- Se deben establecer protocolos claros para la recopilación, almacenamiento y uso de los datos

Fuente: Elaboración propia

Los Científicos ciudadanos deben participar durante al menos un elemento del proyecto. Los elementos comunes de los proyectos de investigación incluyen:

- Búsqueda de un tema y formulación de preguntas de investigación.
- Diseño de métodos
- Recopilación de datos
- Análisis e interpretación de datos.
- Publicación y comunicación de resultados.
- Gestión del proyecto

De acuerdo con Fraisl et al. (2022) menciona que etapas del diseño e implementación de un proyecto de ciencia ciudadana en seis etapas:

Identificación de la Necesidad o Problema: Se define el problema o necesidad que el proyecto abordará, involucrando a científicos, participantes y otros interesados. Se formulan preguntas de investigación y objetivos generales, considerando posibles soluciones y limitaciones.

La evaluación del Enfoque de Ciencia Ciudadana, se determina si la ciencia ciudadana es adecuada para resolver el problema identificado, considerando aspectos como preguntas de investigación, escala de proyecto, datos necesarios, capacitación requerida y recursos disponibles.

Diseño del Proyecto: Se establecen claramente los objetivos en colaboración con los participantes, identificando necesidades de datos y herramientas de recolección. Se diseñan estrategias de muestreo y análisis de datos anticipados, además de planificar la formación y comunicación con los participantes.

Construcción de la Comunidad: Se busca entender y motivar a los miembros de la comunidad, fomentando la participación a través de estrategias de compromiso efectivas y reconociendo sus contribuciones de manera inclusiva.

Gestión de Datos: Se planifica la recolección y aseguramiento de calidad de los datos, considerando aspectos legales, éticos y de privacidad. La calidad de los datos se asegura mediante procesos de control y aseguramiento de calidad, comunicando transparentemente estos procesos.

Evaluación: Se lleva a cabo una evaluación continua para medir la efectividad del proyecto, utilizando métodos formativos y sumativos. Se definen métricas para evaluar el éxito y el impacto del proyecto, considerando beneficios individuales y de comunidad. Pocock, Chapman, Sheppard y Roy (2014) recomienda seriamente que antes de empezar un proyecto de ciencia ciudadana, se debe revisar seis aspectos clave: la claridad de tu pregunta u objetivo, la importancia del compromiso, los recursos disponibles, la escala espacio-temporal del muestreo, la complejidad del protocolo y las motivaciones de los participantes

Claridad del objetivo o pregunta: La ciencia ciudadana es más efectiva cuando la pregunta que se aborda es específica y precisa, similar a cualquier enfoque científico. Esto puede incluir desde la formulación de hipótesis testables hasta la vigilancia ambiental y monitoreo de presiones ambientales específicas como la contaminación difusa

Importancia del compromiso: El compromiso es crucial en la ciencia ciudadana, pero el compromiso por sí solo no constituye ciencia ciudadana. Es necesario involucrar a las personas en la recolección de datos significativos para propósitos científicos genuinos, más allá de simplemente transmitir un mensaje o concienciar sobre un problema.

Recursos disponibles: Es crucial considerar los recursos necesarios para ejecutar iniciativas de ciencia ciudadana de manera efectiva, como sitios web, bases de datos en línea, equipo especializado y recursos de apoyo. La colaboración y el uso de software de código abierto pueden ayudar a mitigar los costos.

Escalas de muestreo: La ciencia ciudadana es particularmente efectiva para abordar preguntas que requieren un enfoque a gran escala, ya sea espacialmente o a lo largo del tiempo, gracias a la participación masiva de voluntarios.

Complejidad del protocolo: Proyectos de ciencia ciudadana de participación masiva a menudo involucran protocolos simples para atraer a más personas, pero proyectos más complejos pueden generar datos más detallados, aunque con menos participantes. Es crucial proporcionar apoyo adecuado y motivar a los voluntarios para mantener su participación.

Motivaciones de los participantes: Las motivaciones para participar en la ciencia ciudadana varían y pueden incluir un sentido de comunidad, interés personal, descubrimiento, o preocupación por el entorno. Entender estas motivaciones es fundamental para mantener el compromiso a largo plazo de los voluntarios.

A partir de esto, se puede inferir que una planificación cuidadosa y la consideración de varios factores son cruciales para el éxito de los proyectos de ciencia ciudadana. Estos factores incluyen la claridad de los objetivos del proyecto, el compromiso significativo de los participantes, la disponibilidad de recursos adecuados, la escala espacial y temporal del muestreo, la complejidad del protocolo y las motivaciones de los voluntarios. Tener objetivos claros facilita la formulación de hipótesis testables y mejora la precisión de los datos. El compromiso de los participantes debe ir más allá de la concienciación para generar datos útiles. La infraestructura adecuada y la colaboración pueden optimizar los recursos. La escala de muestreo permite abordar preguntas a gran escala, mientras que la complejidad del protocolo debe equilibrarse para mantener la participación. Finalmente, entender las motivaciones de los voluntarios es esencial para mantener su compromiso a largo plazo, asegurando la sostenibilidad y el impacto de los proyectos de ciencia ciudadana.

1.2.4. Habilidades desarrolladas al aplicar los proyectos de ciencia ciudadana

Las habilidades desarrolladas al aplicar los proyectos de ciencia ciudadana son principalmente dos: el pensamiento crítico y el pensamiento científico, A continuación, se detalla a mayor profundidad cada uno de estas habilidades y su vinculación con las Ciencias Naturales.

El pensamiento crítico es una habilidad crucial para que los ciudadanos puedan comprender, interpretar y participar activamente en la sociedad; de esta forma, es fundamental tanto en contextos académicos como en contextos reales. Escobar, Carrasco y Salas (2015) afirman que el pensamiento crítico es fundamental para el desarrollo del pensamiento científico en las Ciencias Naturales. Por ello, sin una formación adecuada en ambos, los futuros ciudadanos no podrán comprender, interpretar ni participar activamente en la sociedad en la que viven. Es importante destacar que el pensamiento crítico debe ser parte del desarrollo de habilidades para la vida, incluyendo la resolución de problemas en áreas del conocimiento como las Ciencias Naturales y Sociales.

Desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes es fundamental, ya que, más allá de la mera memorización de conceptos, les capacita para analizar la información, comprendiendo así los fundamentos de los fenómenos y relacionando nuevos conceptos con su conocimiento previo, lo que les permite aplicarlo de manera significativa en su vida diaria. Según González, Silva y Barniol (2018) destacan que promover el pensamiento crítico en los estudiantes estimula su curiosidad y los motiva a investigar, creando un proceso educativo más enriquecedor.

Los alumnos pueden desarrollar y construir sus respuestas, distinguen entre información confiable y sesgada. Este enfoque no solo mejora la comprensión de las ciencias, sino que también fomenta habilidades como la creatividad, el trabajo colaborativo y la capacidad para abordar problemas complejos de manera reflexiva.

En cuanto al desarrollo del pensamiento científico, la educación actual enfrenta el importante desafío de preparar a los estudiantes para un mundo en constante cambio y evolución. En este escenario, el desarrollo del pensamiento científico se presenta como una competencia crucial. Este tipo de pensamiento no solo facilita una comprensión profunda de los conceptos científicos, sino que también cultiva habilidades esenciales para la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas. Según Furman (2016), el pensamiento científico abarca más que la simple adquisición de información; implica la capacidad de observar, formular hipótesis, experimentar, comparar resultados, comunicar hallazgos y resolver problemas de manera sistemática y crítica. Furman enfatiza que el pensamiento científico no se limita a seguir un método estricto, sino que también requiere creatividad y la habilidad de explorar más allá de lo evidente.

Por lo tanto, enseñar una variedad de competencias relacionadas con el pensamiento científico, en lugar de adherirse a un único método, resulta ser un enfoque más eficaz para fomentar la capacidad de pensar de forma sistemática y creativa en los estudiantes. Este enfoque integral resalta la importancia de desarrollar habilidades críticas y creativas esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Desde las escuelas, el pensamiento científico se extiende más allá del aula y se manifiesta en la vida cotidiana de los estudiantes, permitiéndoles establecer conexiones significativas entre su realidad, ideas y entorno. Según Marimán y Mena (2018), este enfoque fortalece la capacidad de los alumnos para explorar y descubrir el mundo, aplicando el conocimiento adquirido en su vida diaria. Los docentes, por lo tanto, desempeñan un papel fundamental al fomentar la curiosidad hacia lo que

les rodea en su día a día, contribuyendo al desarrollo de conceptos diversos según las experiencias e intereses individuales.

Chaparro (2021) argumenta que el pensamiento científico es una capacidad innata del ser humano que no está condicionada por modelos preestablecidos o tendencias particulares. Este pensamiento surge del impulso natural de explorar, investigar y comprender los efectos en el entorno natural y social. Aunque no se basa en fórmulas complejas, se enfoca en la formulación de hipótesis, la generación de preguntas y la realización de experimentos, lo cual enriquece la comprensión y explicación del mundo.

En este contexto, los proyectos de ciencia ciudadana juegan un papel crucial al ofrecer a los individuos oportunidades para aplicar y desarrollar su pensamiento científico en situaciones reales. Estos proyectos permiten a las personas participar en la recolección y análisis de datos, formulación de hipótesis y experimentación, lo que estimula el desarrollo del pensamiento crítico y científico. Al involucrar a los ciudadanos en investigaciones que afectan su entorno, estos proyectos no solo promueven una mayor comprensión del mundo, sino que también fortalecen la capacidad colectiva para enfrentar desafíos globales con perspicacia y responsabilidad, contribuyendo así al desarrollo integral de la vida.

1 **Capítulo II: Metodología de la investigación**

2.1. Enfoque y diseño de investigación

La investigación se enfoca en comprender cómo los proyectos de Ciencia ciudadana pueden mejorar las habilidades científicas a través de la recopilación de información de diversas fuentes. Según Vera (2015), este estudio cualitativo documental se centra en la calidad de las actividades y relaciones involucradas, procurando una descripción exhaustiva y detallada del tema. Este enfoque flexible permite una exploración profunda, resaltando la perspectiva crucial de los estudiantes en el desarrollo científico.

Asimismo, responde al diseño documental. Según Hernández Sampieri, Fernández, y Baptista (2014), la investigación documental implica identificar, obtener y revisar biografías y otros materiales que se derivan de conocimientos previos y/o información recolectada de manera selectiva, para que sean pertinentes y útiles para los objetivos del estudio. Para fines de este estudio, se hizo una revisión en diversas literaturas ya establecidas en diversas fuentes, respecto a la unidad de análisis utilizada en la investigación, lo cual ha permitido obtener un panorama más amplio para conocer distintas posturas e identificar aspectos relevantes en la investigación. Así que se explica la importancia de los proyectos de ciencia ciudadana utilizados en el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes.

Esto se realizó utilizando varias técnicas, como fichaje, revisión del estado del arte, categorización y triangulación. Específicamente, para analizar la información del área de estudio, se aplicó la técnica de triangulación de autores para examinar los datos desde diferentes puntos de vista. Aplicar esta técnica implica recopilar información que se registra en formato físico o electrónico. Se utilizaron herramientas como ficheros electrónicos, tablas para registrar páginas web, matrices de categorización y de triangulación, para organizar sistemáticamente la información obtenida de fuentes documentales como libros, tesis, revistas y artículos. Estos métodos garantizan un tratamiento

sistemático y preciso de la información recopilada.

2.2. Análisis e interpretación de resultados

Con respecto al primer objetivo específico de describir los proyectos de ciencia ciudadana que han tenido impacto en las escuelas, las fichas del 1 al 6 responden a dicho propósito. En primer lugar, las Fichas del 1 al 3 ayudan a definir con mayor precisión los proyectos de ciencia ciudadana. Roche et al. (2020) y Falcao (2014) coinciden en que la ciencia ciudadana implica la participación de individuos que no son científicos profesionales. Asimismo, López (2016) también menciona la participación ciudadana, conectando a la sociedad en general con la ciencia.

Tanto Falcao (2014) como López (2016) destacan que la ciencia ciudadana beneficia tanto a los investigadores como a los participantes. Falcao (2014) señala que los investigadores pueden recopilar grandes cantidades de datos, y los participantes tienen la oportunidad de aprender. López (2016) agrega que la sociedad civil obtiene un mayor entendimiento al sentirse parte del proceso, lo cual ayuda a la conservación y fomenta la participación en la toma de decisiones. Además, Roche et al. (2020) reconoce que la ciencia ciudadana puede ampliar la participación pública en la investigación científica, impulsando el avance del conocimiento científico.

Del mismo modo, Falcao (2014) resalta que la participación pública permite la recolección de numerosos datos, lo que contribuye al progreso de la investigación científica. Posteriormente, las Fichas del 4 al 6 esclarecen la clasificación de los proyectos de ciencia ciudadana. Follet y Strezov (2015) y Garcia et al. (2021) coinciden en clasificar los proyectos de ciencia ciudadana según el nivel de participación de los ciudadanos, reconociendo distintos grados de implicación que van desde una contribución mínima hasta una participación total en todas las fases del proyecto.

Follet y Strezov (2015) describen una progresión desde proyectos contributivos hasta proyectos co-creados, mientras que Garcia et al. (2021) mencionan una escala similar que va desde la "ciencia ciudadana colaborativa" (crowdsourcing) hasta la "ciencia ciudadana extrema". Ambos estudios reconocen que un mayor nivel de participación requiere un mayor esfuerzo e implicación por parte de los ciudadanos.

Con respecto al segundo objetivo sobre identificar los criterios para la implementación de proyectos de ciencia ciudadana las fichas del 7 al 9 responden a dicho propósito. Tanto Heigl et al. (2020), Fraisl et al. (2022) y Pocock et al. (2014) coinciden en la importancia de establecer objetivos claros y específicos en los proyectos de ciencia ciudadana. Heigl et al. (2020), por su parte, enfatizan la necesidad de tener objetivos científicamente válidos y definidos, incluyendo una pregunta de investigación concreta. Asimismo, Fraisl et al. (2022) también resaltan la fase de diseño del proyecto, en la que se establecen objetivos claros en colaboración con los participantes.

Del mismo modo, Pocock et al. (2014) subrayan que la claridad en los objetivos es esencial para la efectividad de los proyectos de ciencia ciudadana. Por otra parte, las tres fuentes destacan la relevancia del compromiso activo de los participantes en la recolección de datos y en la contribución significativa al propósito científico del proyecto. Heigl et al. (2020) señalan que los participantes deben sentir que su contribución es importante para un objetivo mayor.

En la misma línea, Fraisl et al. (2022) sugieren que la construcción de comunidad es esencial para motivar la participación de los miembros. Asimismo, Pocock et al. (2014) indican que el compromiso va más allá de la concienciación, requiriendo una participación activa en la recolección de datos significativos. Además, existe un consenso sobre la necesidad de considerar los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos de ciencia ciudadana de manera efectiva, incluyendo tecnología y apoyo logístico. Heigl et al. (2020) y Fraisl et al. (2022) reconocen la importancia de contar con recursos adecuados, aunque Heigl et al. se enfoca más en la transparencia y accesibilidad de la información.

Por su parte, Pocock et al. (2014) destacan la necesidad de recursos tecnológicos y de apoyo para la implementación efectiva de los proyectos. Aunque no se menciona explícitamente en todas las citas, hay una necesidad implícita de asegurar la calidad y transparencia de los datos recolectados. De igual forma, Heigl et al. (2020), Fraisl et al. (2022) y Pocock et al. (2014) reconocen que considerar la diversidad de motivaciones puede impulsar la participación, desde el interés personal hasta la preocupación por el entorno.

Con respecto al tercer objetivo, definir las habilidades que se desarrollan en los estudiantes mediante proyectos de ciencia ciudadana. Las fichas del 10 al 13 responden a dicho propósito. La Ficha 10 subraya la importancia de desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes es crucial, ya que va más allá de la mera memorización de conceptos. Escobar, Carrasco y Salas (2015) afirman que el pensamiento crítico es fundamental para el desarrollo del pensamiento científico en las Ciencias Naturales.

Estos criterios incluyen exclusiones de proyectos que permiten desarrollar el pensamiento crítico, la necesidad de preguntas científicas claras, colaboración significativa entre científicos ciudadanos y profesionales, y la accesibilidad de datos y resultados al público. Estos criterios mencionan que los proyectos de ciencia ciudadana permiten desarrollar habilidades como el pensamiento crítico y científico. Del mismo modo, la Ficha 14 menciona que el pensamiento científico es inherente al ser humano y no depende de modelos predefinidos o tendencias específicas.

Surge del impulso natural de conocer, indagar, explorar y comprender los efectos en el entorno natural y social. Aunque no se centra en fórmulas complejas, este tipo de pensamiento se dedica a formular hipótesis, plantear preguntas y realizar experimentos que enriquecen la comprensión y explicación del mundo. Esta ficha proporciona una guía estructurada y detallada desde las escuelas, donde menciona que el pensamiento científico debe ser promovido como una capacidad innata del ser humano, estimulada por la curiosidad natural y el deseo de comprender el ento

Este tipo de pensamiento, libre de limitaciones de modelos o tendencias específicas, se manifiesta a través de la formulación de hipótesis, la generación de preguntas y la realización de experimentos. Fomentar este enfoque en el ámbito educativo permite una comprensión más profunda y enriquecedora del mundo, subrayando la importancia de la indagación y la exploración en el desarrollo del conocimiento desde temprana edad.

Conclusiones

Al finalizar el presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los proyectos de ciencia ciudadana fomentan la colaboración entre científicos y ciudadanos, aprovechando las observaciones y datos recolectados por los participantes para enriquecer el conocimiento científico. Esta colaboración facilita la inclusión de diversas perspectivas y contribuye a la investigación en múltiples disciplinas, promoviendo un entendimiento más completo del mundo natural.
- Integrar proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas potencia el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades analíticas en los estudiantes. Al participar activamente en la recolección y análisis de datos, los estudiantes no solo adquieren un entendimiento más profundo de los conceptos científicos, sino que también desarrollan competencias críticas y metodológicas esenciales para su formación académica y personal.
- La ciencia ciudadana promueve el pensamiento crítico y la conciencia ecológica al involucrar a los ciudadanos en investigaciones relevantes para su entorno. Esta participación activa no solo incrementa el compromiso cívico y la responsabilidad social, sino que también proporciona a los científicos datos valiosos que de otra manera serían inaccesibles, ampliando el alcance y la validez de las investigaciones científicas.

- La metodología de implementación de proyectos de ciencia ciudadana debe ser cuidadosamente planificada para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. Al cumplir con criterios científicos y éticos, y al promover la transparencia y la comunicación efectiva, estos proyectos pueden generar un impacto significativo tanto en ⁶ la comunidad científica como en la sociedad en general, contribuyendo al avance del conocimiento y a la solución de problemas socioambientales.
- Finalmente, la implementación de proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas fomenta un entorno educativo dinámico y participativo, donde el aprendizaje va más allá del aula. Al involucrar a los estudiantes en investigaciones reales, se fortalece su capacidad para pensar críticamente y aplicar el método científico a problemas tangibles. Este enfoque no solo enriquece su conocimiento académico, sino que también promueve un sentido de responsabilidad social y un compromiso activo con su comunidad y el entorno global.

Referencias

- Anderson, D., Luczak-Rösch, M., Doyle, C., Jane Li, Y., Glasson, B., Pierson, C., Christenson, D., Brieseman, C., Coton, M., & Boucher, M. (2020). Online citizen science in the classroom: Engaging with real science and STEM to develop capabilities for citizenship. En *STEM education in primary classrooms* (pp. 79-99). Routledge.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429277689-6/online-citizen-science-classroom-dayle-anderson-markus-luczak-roesch-cathal-doyle-yevgeniya-jane-li-brigitte-glasson-cameron-pierson-dianne-christenson-carol-brieseman-melissa-coton-matt-boucher>
- Andrade, M. (2021). Pequeños indagadores, en el desarrollo del pensamiento científico y conciencia ambiental, en el II ciclo de la IEI 894-2020.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64919>
- Brandt, M., et al. (2022). Promoting scientific literacy in evolution through citizen science. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1980), 20221077.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2022.1077>
- Chaparro, A. (2021). *Pensamiento científico para el desarrollo integral en estudiantes de Primera Infancia del Colegio Manuelita Sáenz*.
https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13106/1/TM.ED_ChaparroRincon-Alexandra_2021

Chusni, M., Suyanta, L., & Kurniawan, B. (2020). The potential of discovery learning models to empower students' critical thinking skills. *Journal of*

Dewey, J. (1938). La educación como proceso de reconstrucción de experiencias. <https://revistacseducacion.unr.edu.ar/index.php/educacion/article/view/587/492>

Escobar, R., Carrasco, B., & Salas, I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de Ciencias Naturales en una escuela de secundaria. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 4(2), 17-42. <https://ve.scielo.org/pdf/arete/v8n15/2443-4566-arete-8-15-161.pdf>

Falcao, J (2014) *¿Los proyectos de ciencia ciudadana facilitan el aprendizaje de ciencias?* [Tesis de Maestría Universidad Colorado State]

Follett, R., y Strezov, V. (2015). An analysis of citizen science based research: usage and publication patterns. *PloS one*, 10(11), e0143687.

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas*. Expedición Ciencia. <https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2016/08/Educar-Mentes-Curiosas-Melina-Furman.pdf>

Fundación Ciencia Ciudadana (2018). *Ciencia ciudadana: Principios herramientas proyectos de Medio Ambiente* <https://biblioteca.cehum.org/handle/CEHUM2018/1259>

Fraisl, D., Hager, G., Bedessem, B., Gold, M., Hsing, P. Y., Danielsen, F., ... & Haklay,

M. (2022). Citizen science in environmental and ecological sciences. *Nature Reviews Methods Primers*, 2(1), 64. <https://www.nature.com/articles/s43586-022-00144-4>

- Garbarino, J., y Mason, C. (2016). The power of engaging citizen scientists for scientific progress. *Journal of microbiology & biology education*, 17(1), 7-12.
<https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/jmbe.v17i1.1052>
- García, C. et al (2021). Marine citizen science: Current state in Europe and new technological developments. *Frontiers in Marine Science*, 8, 621472.
<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmas.2021.621472/full>
- Gaspar, D. (2019). La interactividad de experimentos caseros y el conocimiento científico en estudiantes de educación primaria de la Institución Educativa N° 32005 Esteban Pavletich, Huánuco–2017.
- González, G. Silva, L. & Barniol, P. (2018). El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en ciencias en estudiantes de primaria. *China Academic Journal*, 19(2), 45-60.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista M. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Heigl, F., Kieslinger, B., Paul, K., Uhlik, J., Frigerio, D., y Dörler, D. (2020). Co-creating and implementing quality criteria for citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1).
<https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/articles/294/files/submission/proof/294-1-3830-1-10-20201125.pdf>

- Kruger, J. (2020). Self-directed education in two transformative pro- environmental initiatives within the eco-schools programme: A South African case study. *Education as Change*, 24(1), 1-23. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1255705>
- Loaiza, Y., & Osorio, L. (2018). El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira - Risaralda.
- Lüsse, M., Brockhage, F., Beeken, M., y Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1120-1142. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2022.206736552>
- Mariman, C. y Mena, M. (2018). *El desarrollo del pensamiento científico a través de las preguntas del profesor en clases*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/bpmm336d/doc/bpmm336d.pdf>
- Mohamed, Y., & ElWattar, S. (2024). Cada ciudadano, un científico: ¿Cómo puede la ciencia ciudadana impulsar el compromiso juvenil en los desafíos del desarrollo? Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/egypt/blog/every-citizen-scientist-how-can-citizen-science-drive-youth-engagement-development-challenges>
- Muaziyah, S. E. S., Hidayat, T., Sriyati, S., & Lutianasari, L. (2023). Implementation of the Merdeka curriculum using citizen science project weather-it to improve critical thinking skills of junior high school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1470-1479. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/2277>

- OECD (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Pérez, G., Bazalar, J., y Arhuis, W. (2021). Diagnóstico del pensamiento crítico de estudiantes de educación primaria de Chimbote, Perú. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 289-299.
- Pocock, M. J., Chapman, D. S., Sheppard, L. J., & Roy, H. E. (2014). A strategic framework to support the implementation of citizen science for environmental monitoring. Final report to SEPA. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/510645/1/N510645CR.pdf>
- Porter, E. (2022). The Squirrel Life Project: An accessible framework for experiential learning (Doctoral dissertation, University of Guelph). <https://atrium.lib.uoguelph.ca/server/api/core/bitstreams/e33ef789-9c07-bdff-bed9f263e24c/content>
- Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Golumbic, Y. N., Kloetzer, L., Knobens, N., Laakso, M., Lorke, J., Mannion, G., Massetti, L., Mauchline, A., Pata, K., Ruck, A., Taraba, P & Winter, S. (2020). Citizen science, education, and learning: Challenges and opportunities. *Frontiers in Sociology*, 5, 613814. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2020.613814>
- Rachmawati, N., Hidayat, T., & Supriatno, B. (2022). Analysis of citizen science- based flowering plant diversity worksheet development to improve students' critical thinking ability. *BIOEDUKASI*, 20(2), 38-43. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/BIOED/article/view/34613>

Rodríguez, G., Ametzaga, I., & Palacios, I. (2022). ICT tools and citizen science: A pathway to promote science learning and education for sustainable development in schools. *Journal of Biological Education*, 1-17.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2022.2092192>

Salazar, E. (2019). Aula sector de ciencia desarrollando el pensamiento científico en niños de 4 años de la IEI 115-10 Mundo del Saber. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/41455>

Santos, L. F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159.

Van Haeften, S., et al. (2021). Grass Gazers: Using citizen science as a tool to facilitate practical and online science learning for secondary school students during the COVID-19 lockdown. *Ecology and Evolution*, 11(8), 3488-3500. <https://eprints.qut.edu.au/208541/1/75870362.pdf>

Vera; L (2015) *La Investigación Cualitativa*. Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recinto de Ponce. <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/327/406>

Youssef, F. M. S. (2023). The dimensions of critical thinking and its relation to improving the quality of life among female students at the College of Education, Jouf University. *Information Sciences Letters*, 12(5), 1663- 1682.

Anexos

ANEXO 01: Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Unidad de análisis	Categoría	Técnica e instrumentos
<p>¿Cómo favorecen los proyectos de ciencia ciudadana para el aprendizaje de las ciencias en los estudiantes?</p>	<p>GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Explicar los proyectos de ciencia ciudadana utilizados en el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Describir los proyectos de ciencia ciudadana que han tenido impacto en las escuelas. <input type="checkbox"/> Identificar los pasos para la implementación de proyectos de ciencia ciudadana en las escuelas. <input type="checkbox"/> Definir las habilidades que se desarrollan en los estudiantes mediante proyectos de ciencia ciudadana. 	<p>Proyectos de ciencia ciudadana</p>	<p>Definición de Proyectos de Ciencia Ciudadana</p> <p>Clasificación de proyectos de ciencia ciudadana</p> <p>Metodología en Ciencia ciudadana</p> <p>Habilidades desarrolladas mediante los proyectos de ciencia ciudadana: Pensamiento crítico y pensamiento científico</p>	<p>Documental Sumillado</p> <p>Fichaje</p> <p>Registro de páginas electrónicas</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: Fichero Electrónico

FICHA N°1

Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities

Se aplica a la ciencia que involucra a personas que no son científicos profesionales, ocupan una posición única en la comunidad científica. Además de ser su propio campo de investigación, también puede ir más allá de las disciplinas científicas individuales para atraer una participación pública más amplia en la investigación científica, lo que conduciría al avance general del conocimiento científico

Roche. (2020). Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2020.613814>

FICHA N°2

¿Los proyectos de ciencia ciudadana facilitan el aprendizaje de ciencias? Un estudio de caso en San Cristóbal deLas Casas

La ciencia ciudadana, es definido como la participación y colaboración en la investigación científica por parte del público general. Esto es benéfico para los investigadores pues les permite recolectar una gran cantidad de datos y también para los participantes pues les permite acercarse a la investigación científica y les da la oportunidad de aprender de los temas de la investigación.

Falcao. (2014). ¿Los proyectos de ciencia ciudadana facilitan el aprendizaje de ciencias? Un estudio de caso en San Cristóbal de Las Casas. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=53323>

FICHA N°3

Ciencia ciudadana como experiencia científica y educativa en jóvenes de la comuna de Valdivia: Evaluación de sus conocimientos y actitudes entorno a los humedales

El concepto de ciencia ciudadana, que tiene que ver con la participación ciudadana y el vínculo del mundo científico con la sociedad en general, en un trabajo mancomunado donde ambas partes se ven beneficiadas. La sociedad civil se ve incluida en temáticas que pueden ser atingentes a su realidad ambiental, logrando un mayor entendimiento y sintiéndose un aporte en ellas, ayudando a la conservación y finalmente siendo parte de la toma de decisiones.

Lopez, A. (2016). Ciencia ciudadana como experiencia científica y educativa en jóvenes de la comuna de Valdivia: Evaluación de sus conocimientos y actitudes entorno a los humedales. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fifl864c/doc/fifl864c.pdf>

FICHA N°4

An Analysis of Citizen Science Based Research: Usage and Publication Patterns

Los proyectos de ciencia ciudadana pueden clasificarse en función de su tipo de participación voluntaria en:

- Proyectos contributivos: los participantes contribuyen en la recopilación de datos y puntualmente ayudan a analizarlos y difundir resultados.

- Proyectos colaborativos: los participantes también analizan muestras y en ocasiones ayudan a diseñar el estudio, interpretar los datos, sacar conclusiones o difundir los resultados.
- Proyectos co-creados: los participantes colaboran en todas las etapas del proyecto, incluyendo definición de preguntas, desarrollo de hipótesis, discusión de resultados y respuesta a nuevas preguntas.

Follett R, Strezov V. (2015). An Analysis of Citizen Science Based Research: Usage and Publication Patterns.

https://www.researchgate.net/publication/284709825_An_Analysis_of_Citizen_Science_Based_Research_Usage_and_Publication_Patterns

FICHA N°5

Marine Citizen Science: Current State in Europe and New Technological Developments

Existen cuatro tipos de programas en función de la participación de las personas en los proyectos de ciencia ciudadana. La "ciencia ciudadana colaborativa" (crowdsourcing) requiere el nivel más bajo de participación. No se requieren conocimientos sobre el tema, y los ciudadanos actúan simplemente como sensores, a menudo informando observaciones. La "inteligencia distribuida" (Distributed intelligence) requiere más esfuerzo y un cierto nivel de conocimiento por parte del científico ciudadano. La "ciencia participativa" (Participatory science) involucra a los ciudadanos en la definición del problema, la composición de un método y en la recolección de datos, mientras que la "ciencia ciudadana extrema" (extreme citizen science) impulsa a los participantes a interactuar en todos los pasos de la investigación, incluido el análisis de datos. Este nivel de participación influye en la cantidad de proyectos existentes. En un estudio realizado sobre el Mar del Norte, la ciencia ciudadana colaborativa fue la más frecuente (69%), seguida de la inteligencia distribuida (25%). Dos proyectos exploraron la ciencia participativa, y solo cinco proyectos alcanzaron el nivel más interactivo de la ciencia ciudadana extrema. Es decir, cuanto mayor sea el nivel de participación, más esfuerzo se necesita de los científicos ciudadanos (conjuntamente con los organizadores), por lo tanto, menos proyectos se encuentran. El nivel más bajo de participación, la ciencia ciudadana colaborativa, requiere menos esfuerzo o conocimiento para participar y, por lo tanto, es el más exitoso en términos de cantidad de proyectos y participante

García. (2021). Marine Citizen Science: Current State in Europe and New Technological Developments. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fifl864c/doc/fifl864c.pdf>

FICHA N°6

Supporting emerging forms of citizen science: A plea for diversity, creativity, and social innovation

Existen dos aspectos importantes para diferenciar los tipos de ciencia ciudadana. Como primer aspecto, el lugar de creación del conocimiento — que van desde proyectos donde la creación de conocimiento está principalmente en manos de los investigadores hasta aquellos donde los ciudadanos son los principales productores de conocimiento. Como segundo aspecto, el enfoque de las actividades del proyecto — que van desde proyectos impulsados por la investigación con un objetivo central de responder preguntas científicas hasta proyectos que se centran en apoyar intervenciones en sistemas socio-ecológicos.

Schäfer, T. y Kieslinger, B. (2016). Supporting emerging forms of citizen science: A plea for diversity, creativity, and social innovation. https://www.researchgate.net/publication/298791039_Supporting_emerging_forms_of_citizen_science_A_plea_for_diversity_and_social_innovation

FICHA N°7

Co-creación e implementación de criterios de calidad para la ciencia ciudadana

Todo proyecto de ciencia ciudadana debe transmitir al participante que su tiempo y el esfuerzo que invierte en el proyecto sirve a un objetivo mayor. Del mismo modo, el proyecto tiene que generar confianza en que sus resultados generados son válidos y confiables. Asimismo, todo proyecto de ciencia ciudadana debe ser científico y éticamente sólido. Por lo cual, para asegurarse estas expectativas se deben cumplir 07 criterios principales.

1. Lo que no es ciencia ciudadana
2. Estándares científicos
3. Colaboración
4. Ciencia abierta
5. Comunicación
6. Ética
7. Gestión de datos

Heigi. (2020). Co-creación e implementación de criterios de calidad para la ciencia ciudadana.
<https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/articles/10.5334/cstp.29>
HYPERLINK "<https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/articles/10.5334/cstp.29>

FICHA N°8

Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana

Las etapas del diseño e implementación de un proyecto de ciencia ciudadana en seis etapas:

1. Identificación de la Necesidad o Problema: Se define el problema o necesidad que el proyecto abordará, involucrando a científicos, participantes y otros interesados. Se formulan preguntas de investigación y objetivos generales, considerando posibles soluciones y limitaciones.
2. Evaluación del Enfoque de Ciencia Ciudadana: Se determina si la ciencia ciudadana es adecuada para resolver el problema identificado, considerando aspectos como preguntas de investigación, escala de proyecto, datos necesarios, capacitación requerida y recursos disponibles.
3. Diseño del Proyecto: Se establecen claramente los objetivos en colaboración con los participantes, identificando necesidades de datos y herramientas de recolección. Se diseñan estrategias de muestreo y análisis de datos anticipados, además de planificar la formación y comunicación con los participantes.
4. Construcción de la Comunidad: Se busca entender y motivar a los miembros de la comunidad, fomentando la participación a través de estrategias de compromiso efectivas y reconociendo sus contribuciones de manera inclusiva.
5. Gestión de Datos: Se planifica la recolección y aseguramiento de calidad de los datos, considerando aspectos legales, éticos y de privacidad. La calidad de los datos se asegura mediante procesos de control y aseguramiento de calidad, comunicando transparentemente estos procesos.

6.Evaluación: Se lleva a cabo una evaluación continua para medir la efectividad del proyecto, utilizando métodos formativos y sumativos. Se definen métricas para evaluar el éxito y el impacto del proyecto, considerando beneficios individuales y de comunidad.

Fraisl. (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana.
<https://www.revistacomunicar.com/verpdf.php?numero=54&articulo=54-2018-03>

FICHA N°9

Choosing and Using Citizen Science

Seis aspectos clave: la claridad de tu pregunta u objetivo, la importancia del protocolo y las motivaciones de los participantes.

- Claridad del objetivo o pregunta: La ciencia ciudadana es más efectiva cuando la pregunta que se aborda es específica y precisa, similar a cualquier enfoque científico. Esto puede incluir desde la formulación de hipótesis testables hasta la vigilancia ambiental y monitoreo de presiones ambientales específicas como la contaminación difusa.
- Importancia del compromiso: El compromiso es crucial en la ciencia ciudadana, pero el compromiso por sí solo no constituye ciencia ciudadana. Es necesario involucrar a las personas en la recolección de datos significativos para propósitos científicos genuinos, más allá de simplemente transmitir un mensaje o concienciar sobre un problema.
- Recursos disponibles: Es crucial considerar los recursos necesarios para ejecutar iniciativas de ciencia ciudadana de manera efectiva, como sitios web, bases de datos en línea, equipo especializado y recursos de apoyo. La colaboración y el uso de software de código abierto pueden ayudar a mitigar los costos.
- Escalas de muestreo: La ciencia ciudadana es particularmente efectiva para abordar preguntas que requieren un enfoque a gran escala, ya sea espacialmente o a lo largo del tiempo, gracias a la participación masiva de voluntarios.
- Complejidad del protocolo: Proyectos de ciencia ciudadana de participación masiva a menudo involucran protocolos simples para atraer a más personas, pero proyectos más complejos pueden generar datos más detallados, aunque con menos participantes. Es crucial proporcionar apoyo adecuado y motivar a los voluntarios para mantener su participación.

- Motivaciones de los participantes: Las motivaciones para participar en la ciencia ciudadana varían y pueden incluir un sentido de comunidad, interés personal, descubrimiento, o preocupación por el entorno. Entender estas motivaciones es fundamental para mantener el compromiso a largo plazo de los voluntarios

Pocock, M.J.O., Chapman, D.S., Sheppard, L.J. & Roy, H.E. (2014). Choosing and Using Citizen Science.
<https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/510645/1/N510645CR.pdf>

FICHA N°10

El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en ciencias en estudiantes de primaria

Desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes es crucial, ya que va más allá de la mera memorización de conceptos. Les capacita para analizar la información, comprendiendo así los fundamentos de los fenómenos y relacionando nuevos conceptos con su conocimiento previo, lo que les permite aplicarlo de manera significativa en su vida diaria

González, G., Silva, L., & Barniol, P. (2018). El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en ciencias en estudiantes de primaria.
<https://www.chinakxjy.com/downloads/V19-2018-2/V19-2018-2-4.pdf>

FICHA N°11

Desarrollo del pensamiento crítico en el área de Ciencias Naturales en una escuela de secundaria

El pensamiento crítico es la base para el desarrollo del pensamiento científico en las Ciencias Naturales, por lo tanto, sin una buena formación de ambos pensamientos, los futuros ciudadanos no podrían conocer, interpretar y actuar en la sociedad en la que viven. Se puede destacar que el pensamiento crítico debe formar parte del desarrollo de destrezas para la vida, implicando a la resolución de problemas en áreas del conocimiento como las Ciencias Naturales y Sociales

Escobar, Carrasco y Salas. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de Ciencias Naturales en una escuela de secundaria.
<https://ve.scielo.org/pdf/arete/v8n15/2443-4566-arete-8-15-161.pdf>

FICHA N°12

Educación de mentes curiosas

El pensamiento científico va más allá de la mera adquisición de información, involucrando la capacidad de observar, formular hipótesis, experimentar, comparar resultados, comunicar hallazgos y resolver problemas de manera sistemática y crítica. Esta perspectiva enfatiza que el pensamiento científico no se limita a seguir un método rígido; requiere también creatividad y la habilidad de explorar más allá de lo obvio. Enseñar una variedad de competencias relacionadas con el pensamiento científico, en lugar de adherirse a un único método científico, se revela como un enfoque más efectivo para fomentar la capacidad de pensar de forma sistemática y creativa entre los estudiantes.

Furman, M. (2016). Educación de mentes curiosas. <https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2016/08/Educacion-Mentes-Curiosas-Melina-Furman.pdf>

FICHA N°13

El desarrollo del pensamiento científico a través de las preguntas del profesor en clases.

El pensamiento científico fortalece la capacidad de los estudiantes para explorar y descubrir el mundo, utilizando el conocimiento adquirido en su vida diaria. Los docentes, por ende, juegan un papel crucial al fomentar la curiosidad ante lo sorprendente que los rodea cotidianamente, contribuyendo al desarrollo de conceptos variados a partir de las experiencias e intereses individuales.

Mariman, C. y Mena, M. (2018). El desarrollo del pensamiento científico a través de las preguntas del profesor en clases. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/bpmm336d/doc/bpmm336d.pdf>

FICHA N°14

Pensamiento científico para el desarrollo integral en estudiantes de Primera Infancia del Colegio Manuelita Sáenz

El pensamiento científico es inherente al ser humano y no depende de modelos predefinidos o tendencias específicas. Surge del impulso natural de conocer, indagar, explorar y comprender los efectos en el entorno natural y social. Aunque se centra en fórmulas complejas, este tipo de pensamiento se dedica a formular hipótesis, plantear preguntas y realizar experimentos que enriquecen la comprensión y explicación del mundo.

Chaparro, A. (2021). Pensamiento científico para el desarrollo integral en estudiantes de Primera Infancia del ColegioManuelita Sáenz. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13106/1/TM.ED_ChaparroRincon-Alexandra_2021

ANEXO 03: Registro de páginas web

Motor de Búsqueda	Palabra clave	Título	Autor	Fecha de publicación	Dirección de página web	Información encontrada
Aporte de la ciencia ciudadana a la educación sobre el cambio climático	Proyectos de la ciencia ciudadana	Percepciones de docentes de 1er ciclo de educación básica sobre el aporte de la ciencia ciudadana a la educación sobre el cambio climático	Ana Teresa Ferreira Das Neves Diana Boaventura	2023	https://www.scielo.org/pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S218284742023000300108&lang=es	La ciencia ciudadana potencia prácticas pedagógicas y desarrolla habilidades en estudiantes y docentes en proyectos escolares.
Estudiantes científicos ciudadanos	Habilidades científicas	Convertir a los estudiantes en científicos ciudadanos	John Harlin, Laure Kloetzer, Dan Patton, Chris Leonhard	2021	https://www.researchgate.net/publication/330577352_Turning_students_into_citizen_scientists	Las escuelas promueven la ciencia participativa, involucrando a estudiantes en investigaciones genuinas y contribuyendo al conocimiento mundial.
Participación ciudadana	Educación científica	Educación científica y participación ciudadana	Anabel Rocha Vieyte; Lucía R. Rojas Méndez	2010	https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20OIBEROAMERICANO/EDUCCIUD	Percepción de futuros maestros sobre ciencia y tecnología para mejorar la divulgación en escuelas y fomentar el involucramiento ciudadano en políticas públicas, impactando el desarrollo del país

[ADANIA/R1898](#)
[Rojas.pdf](#)

Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana Enseñanza de la ciencia	La ciencia ciudadana como innovación en la enseñanza de las ciencias	Torralba Burrial, Antonio	2021	https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/58208	El profesorado en ciencias busca mejorar la motivación del alumnado, facilitar la comprensión de la ciencia y fomentar una ciudadanía informada. La colaboración en proyectos de ciencia ciudadana, especialmente en ciencias ambientales y biodiversidad, es altamente motivadora y relevante por su contribución científica y formativa.
Proyectos de Ciencia ciudadana	Participación estudiantil	Participación estudiantil en un proyecto de ciencia ciudadana sobre la calidad del agua costera y su contribución al aprendizaje conceptual y procedimental de la química.	JL Araújo	2022	https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/rp/d1rp00190f	El proyecto PVC exploró ciencia ciudadana en química, evaluando aprendizaje y habilidades al estudiar agua y microplásticos.

Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana a nivel mundial	Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial	Susana Fiquelievich y Celina Fischnaller	2014	http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185000132014000300002&script=sci_arttext	La ciencia ciudadana permite la participación voluntaria de miles de personas, generando datos útiles para resultados científicos.
Experimentos de Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana	Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana	Senabe, Enric; Ferran Ferrer, Núria y Josep Perello,	2018	http://educa.fcc.org.br/pdf/comunicar/v26n54/en_1988-3293-comunicar-26-54-29.pdf	Este artículo analiza el diseño colaborativo de un proyecto de ciencia ciudadana co-creado por estudiantes y científicos. Utilizando material visual y técnicas participativas, se realizaron experimentos sobre comportamiento humano y capital social. La co-creación, clave en la motivación y compromiso, mejora la calidad y apertura de la ciencia ciudadana.
Ciencia ciudadana como experiencia científica	Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana como experiencia científica y educativa en jóvenes de la comuna de Valdivia: Evaluación de sus conocimientos y	Antonio Sebastián López Muñoz	2016	https://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/696/1/L%C3%B3pez%20Mu%C3%B1oz%20Ciencia%20ciudadana%20como%20experiencia	La participación de jóvenes en estudios científicos mejora su entendimiento y gestión del entorno. Proyecto evaluó conocimientos sobre humedales en Valdivia

actitudes entorno a los
humedales

[ncia%20cient%20C3%ADfica%20y%20educativa%20en%20j%C3%B3venes%20de%20la%20comunidad%20de%20Valdivia%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20sus%20conocimientos%20y%20actitudes%20entorno%20a%20los%20humedales..pdf](#)

El desarrollo de la competencia social y ciudadana
Utilización de metodologías didácticas activas

El Desarrollo de la competencia social y ciudadana y la utilización de metodologías didácticas activas en las aulas de secundaria.

Concha Fuentes Moreno 2019

<https://revistas.un.es/reifop/articulo/view/369671>

El artículo estudia cómo el uso de metodologías activas en Cataluña fomenta competencias sociales y ciudadanas en secundaria.

Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana Educación científica	La ciencia ciudadana y su potencial para la educación científica	Lüsse, M., 2022 Brockhage, F., Beeken, M., y Pietzner, V.	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2022.2067365	La ciencia ciudadana en la educación pública fomenta el aprendizaje científico y el compromiso social, cerrando brechas y mejorando habilidades y motivación.
Proyectos de ciencia ciudadana	Ciencia en la escuela secundaria	Un enfoque basado en evidencia para la ciencia en la escuela secundaria: la ciencia ciudadana en línea y las capacidades científicas	Bunting, C. M., 2022 Moed, A., Anderson, D., y Miller, R.	https://researchcommons.waikato.ac.nz/items/5c022c05-cd16-47f1-9a9e79602c05f64d	Maestros-investigadores en Nueva Zelanda integraron proyectos de ciencia ciudadana en unidades de aprendizaje centradas en capacidades científicas como el uso de evidencia.
Proyecto de ciencia ciudadana en las escuelas	Participación de estudiantes	Participación estudiantil en un proyecto de ciencia ciudadana sobre la calidad del agua costera y su contribución al aprendizaje conceptual y procedimental de la química.	Araújo, J. L., 2021 Morais, C., y Paiva, J. C.	https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/rp/d1rp00190f	El proyecto PVC involucró a estudiantes en Portugal en la ciencia ciudadana para mejorar el aprendizaje químico y habilidades digitales.

Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana en las escuelas	Ciencia ciudadana en las escuelas: una revisión sistemática de la literatura	Solé, C., Couso, D., y Hernández, M. I.	2023	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21548455.2023.2280009	El artículo destaca cómo la ciencia ciudadana en escuelas promueve tanto la investigación científica como la educación pública, identificando varios perfiles educativos.
Proyectos de ciencia ciudadana para incorporar en los colegios	Ciencia ciudadana en aula	Ciencia ciudadana en el aula: impactos en la identidad científica de los estudiantes, la conexión con la naturaleza y el conocimiento curricular	Williams, K. A., Hall, T. E., y O'Connell, K.	2021	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504622.2021.1927990	Este artículo examina los efectos de un proyecto de ciencia ciudadana en estudiantes, destacando su motivación y contribución percibida a la ciencia.
Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana en la educación	Mapeando el camino de evolución de la ciencia ciudadana en la educación: un análisis bibliométrico	Wu, Y., y Benaglia, M. F.	2023	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21548455.2023.2261600	El artículo resume la historia y futuro de la investigación en Ciencia Ciudadana en Educación.
Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana para facilitar el aprendizaje	Grass Gazers: uso de la ciencia ciudadana como herramienta para facilitar el aprendizaje científico	Van Haeften, S., Milic, A., Addison-Smith, B., Butcher, C., & Davies, J. M.	2020	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.6948	Durante la pandemia de COVID-19, se implementó el proyecto "Grass Gazers" para estudiantes de ciencias agrícolas en Brisbane, combinando

		práctico y en línea para estudiantes de secundaria durante el confinamiento por COVID-19				aprendizaje práctico y ciencia ciudadana en línea.
Desarrollo de la ciencia ciudadana en los aprendizajes de los estudiantes	Ciencia ciudadana	Ciencia ciudadana en entornos de aprendizaje escolar	Pizzolato, L. A., & Tsuji, L. J.	2022	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ssm.12528	La ciencia ciudadana en escuelas permite a estudiantes participar activamente en investigación, influir en proyectos y fortalecer aprendizajes comunitarios.
Proyectos de ciencia ciudadana	Proyectos contributivos de ciencia ciudadana	Participación significativa de las escuelas en la investigación científica a través de proyectos contributivos de ciencia ciudadana	Atias, O., Kali, Y., Shavit, A., y Baram-Tsabari, A.	2023	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.21800	El estudio evaluó proyectos de ciencia ciudadana en escuelas para promover relaciones equitativas y significativas entre científicos y educadores
La ciencia ciudadana como innovación	La ciencia ciudadana	La ciencia ciudadana como innovación en la enseñanza de las ciencias	Torralba Burrial, Antonio	2021	https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/58208	El profesorado en ciencias busca motivar y formar una ciudadanía informada mediante proyectos de ciencia ciudadana en estudios ambientales y biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Matriz de triangulación

Unidad de análisis: Proyectos de Ciencia ciudadana

UNIDAD	SUBCATE	FUENTE 1	FUENTE 2	FUENTE 3	COINCIDENCIAS
DE	GORÍAS				/DESACUERDOS
ANÁLISI					
S					
Proyectos de ciencia ciudadana	Definición de Proyectos de Ciencia Ciudadana	De acuerdo a Roche et al (2020) se aplica a la ciencia que involucra a personas que no son científicos profesionales, ocupa una posición única en la comunidad científica. Además de ser su propio campo de investigación, también puede ir más allá de las disciplinas científicas individuales	Falcao (2014) La ciencia ciudadana, es definido como la participación y colaboración en la investigación científica por parte del público general. Esto es benéfico para los investigadores pues les permite recolectar una gran cantidad de datos y también para los	López (2016) el concepto de ciencia ciudadana, que tiene que ver con la participación ciudadana y el vínculo del mundo científico con la sociedad general, en un mancomunado	En cuanto a los acuerdos que tienen las citas sobre la Definición de los proyectos de Ciencia Ciudadana se identifica 3 aspectos claves: Participación de no científicos: Roche et al. (2020) y Falcao (2014) coinciden en que la ciencia ciudadana

para atraer una participación pública más amplia en la investigación científica, lo que conduciría al avance general del conocimiento científico

participantes pues les permite acercarse a la investigación científica y les da la oportunidad de aprender de los temas de la investigación.

donde ambas partes se ven beneficiadas. La sociedad civil participa en temas relevantes para su entorno, mejora su comprensión, contribuye a la conservación y se involucra en la toma de decisiones.

involucra a personas que no son científicos profesionales. Del mismo modo, López(2016) también menciona la participación ciudadana, vinculando a la sociedad en general con el mundo científico. Beneficios para ambas partes: Conjuntamente, Falcao (2014) y López (2016) destacan que la ciencia ciudadana es beneficiosa tanto para los investigadores como para los participantes. Falcao (2014) indica que los investigadores

pueden recolectar una gran cantidad de datos y que los participantes tienen la oportunidad de aprender. Mientras que López (2016) menciona que la sociedad civil logra un mayor entendimiento al sentirse parte del proceso, ayudando a la conservación y participando de la toma de decisiones.

Contribución al avance del conocimiento científico: Roche et al. (2020) reconoce que la ciencia ciudadana puede atraer una

participación pública más amplia en la investigación científica, lo que conduce al avance del conocimiento científico. De la misma forma, Falcao (2014) también destaca que la participación pública permite recolectar una gran cantidad de datos, lo cual contribuye al avance de la investigación científica. Por otra parte, en cuanto a los desacuerdos que tienen las citas sobre la Definición de los proyectos de Ciencia

Ciudadana se identifica³
aspectos claves: Enfoque
en la definición: Roche et
al. (2020) se centra en
la ciencia ciudadana
como un
campo de investigación
propio y su capacidad para
atraer una
participación pública
más amplia en diversas
disciplinas científicas.
Mientras que, Falcao
(2014) pone énfasis en la
colaboración y
participación del público
general en la
recolección de datos y el
aprendizaje sobre los

temas de investigación.

López (2016), también presenta otro enfoque, debido a que enfatiza el vínculo entre el mundo científico y la sociedad, destacando la inclusión de la sociedad civil en temáticas relevantes para su realidad ambiental y en la toma de decisiones.

Aspectos específicos de los beneficios: Roche et al. (2020) reconoce la posición única de la ciencia ciudadana en la comunidad científica y su impacto para generar la capacidad para atraer una participación

pública más amplia. En cambio, Falcao (2014) se enfoca en los beneficios prácticos que conlleva realizar un proceso de recolección de datos y el aprendizaje de los participantes. En otra perspectiva, López (2016) resalta la inclusión de la sociedad civil en temas ambientales, la conservación, y la toma de decisiones, aspectos que no son mencionados explícitamente por

Roche et al. (2020) o Falcao (2014).

Áreas de impacto: Roche et al. (2020) menciona que los proyectos de ciencia ciudadana pueden ir más allá de las disciplinas científicas individuales con la finalidad de poder atraer una participación pública más amplia. Mientras que, Falcao (2014) no especifica áreas de impacto más allá de la recolección de datos y el aprendizaje de los participantes. Por otro lado, López (2016)

se centra específicamente en temáticas ambientales y la conservación, así como en la toma de decisiones, áreas que no son mencionadas por los otros autores.

Clasificación de proyectos de ciencia ciudadana	Follet y Strezov (2015) clasifican los proyectos de ciencia ciudadana en tres tipos según el nivel de participación voluntaria: proyectos contributivos , donde los participantes contribuyen a la recolección de datos y,	García et al (2021) mencionan que existe cuatro tipos de programas en función de la participación de las personas en los proyectos de ciencia ciudadana. La "ciencia colaborativa"	De acuerdo con Schäfer y Kieslinger (2016), existen dos aspectos importantes para diferenciar los tipos de ciencia ciudadana. Como primer aspecto, el	En cuanto a los acuerdos que tienen las citas sobre la clasificación de proyectos de ciencia ciudadana se identifica 2 aspectos claves: Nivel de Participación: Tanto en las citas de
---	---	--	---	---

<p>ocasionalmente, al análisis y difusión de los resultados; proyectos colaborativos, en los que los participantes también ayudan en el diseño del estudio, la interpretación de datos y la comunicación de resultados; y proyectos co-creados, donde los participantes están involucrados en todas las etapas del proyecto, desde la formulación de preguntas y el desarrollo de hipótesis hasta la discusión de resultados y la generación de nuevas preguntas.</p>	<p>(crowdsourcing) requiere el nivel más bajo de participación. No se requieren conocimientos sobre el tema, y los ciudadanos simplemente como sensores, a menudo informando observaciones. La "inteligencia distribuida" (Distributed intelligence) requiere más esfuerzo y un cierto nivel de conocimiento por parte del científico ciudadano. La "ciencia participativa" (Participatory science) involucra a los ciudadanos en la</p>	<p>lugar de creación del conocimiento — que van desde proyectos donde la creación de conocimiento está principalmente en manos de los investigadores hasta aquellos donde los ciudadanos son los principales productores de conocimiento. Como segundo aspecto, el enfoque de las actividades del proyecto — que van desde proyectos impulsados por la investigación con un</p>
---	--	---

Follet y Strezov (2015) y Garcia et al. (2021) coinciden en clasificar los proyectos de ciencia ciudadana en base al nivel de participación de los ciudadanos. Ambos reconocen que existen niveles diferentes de implicación que van desde la contribución mínima hasta la participación integral en todas las etapas del proyecto.

Progresión de los niveles de Participación: En la cita de Follet y Strezov (2015) se

definición del problema, la composición de un método y en la recolección de datos, mientras que la "ciencia ciudadana extrema" (extreme citizen science) impulsa a los participantes a interactuar en todos los pasos de la investigación, incluido el análisis de datos. Este nivel de participación influye en la cantidad de proyectos existentes. En un estudio realizado sobre el Mar del Norte, la ciencia ciudadana colaborativa fue la más frecuente	objetivo central de responder preguntas científicas hasta proyectos que se centran en apoyar intervenciones en sistemas socio-ecológicos.	describe una progresión desde proyectos contributivos a co-creados, mientras que Garcia et al. (2021) mencionan una escala similar desde la "ciencia ciudadana colaborativa" (crowdsourcing) hasta la "ciencia ciudadana extrema". En ambos casos, se reconoce que, a mayor nivel de participación, mayor es el esfuerzo y la implicación requerida por parte de los ciudadanos. Por otra parte, en cuanto a los desacuerdos que
--	---	--

(69%), seguida de la inteligencia distribuida (25%). Dos proyectos exploraron la ciencia participativa, y solo cinco proyectos alcanzaron el nivel más interactivo de la ciencia ciudadana extrema. Es decir, cuanto mayor sea el nivel de participación, más esfuerzo se necesita de los científicos ciudadanos (conjuntamente con los organizadores), por lo tanto, menos proyectos se encuentran. El nivel más bajo de participación, la ciencia ciudadana colaborativa,

tienen las citas sobre la clasificación de ...proyectos de ciencia ciudadana se identifica 3 aspectos claves:
Clasificación de Tipos: En la cita de Follet y Strezov (2015) se identifica tres tipos de proyectos: contributivos, colaborativos y co-creados. Mientras que, Garcia et al. (2021), por su parte, definen cuatro tipos de programas: ciencia ciudadana colaborativa (crowdsourcing), inteligencia distribuida, ciencia participativa y

requiere menos esfuerzo o conocimiento para participar y, por lo tanto, es el más exitoso en términos de cantidad de proyectos y participantes.

ciencia ciudadana extrema. Adicionalmente, Schäfer y Kieslinger (2016) presentan una clasificación diferente basada en dos aspectos: el lugar de creación del conocimiento y el enfoque de las actividades del proyecto, sin detallar niveles específicos de participación como lo hacen las otras dos citas. Énfasis en la Creación del Conocimiento: En Schäfer y Kieslinger

(2016) se enfocan en dónde y cómo se crea el conocimiento (por investigadores o ciudadanos) y en el propósito de las actividades del proyecto (científicas o intervenciones socio-ecológicas). Este enfoque difiere de los otros dos, que se centran más en el nivel de participación y tareas específicas realizadas por los ciudadanos.

Número de Proyectos. En relación con el Nivel

de Participación:En
Garcia et al. (2021)
mencionan
específicamente que el
nivel más bajo de
participación (ciencia
ciudadana colaborativa)es
el más común entérminos
de cantidad deproyectos
y
participantes. Este aspecto
cuantitativo y el análisis de
la frecuencia de los
proyectos en cuanto a su
nivel de participación no se
menciona en las otras dos
citas.

<p>Metodología en ciencia ciudadana</p>	<p>Conforme a Heigl et al (2020) todo proyecto de ciencia ciudadana debe transmitir al participante que su tiempo y el esfuerzo que invierte en el proyecto sirve a un objetivo mayor. Del mismo modo, el proyecto tiene que generar confianza en que sus resultados generados son válidos y confiables. Asimismo, todo proyecto de ciencia ciudadana debe ser científico y éticamente sólido. Por lo cual, para asegurarse estas expectativas se deben</p>	<p>De acuerdo con Fraisl et al (2022) menciona que las etapas del diseño e implementación de un proyecto de ciencia ciudadana en seis etapas: 1. Identificación de la Necesidad o Problema: Se define el problema o necesidad que el proyecto abordará, involucrando a científicos, participantes y otros interesados. Se formulan preguntas de investigación y objetivos generales, considerando posibles soluciones y limitaciones.</p>	<p>Pocock, Chapman, Sheppard y Roy (2014) recomienda seriamente que antes de empezar un proyecto de ciencia ciudadana, se revisen seis aspectos clave: la claridad de tu pregunta u objetivo, la importancia del compromiso, los recursos disponibles, la escala espacio-temporal del muestreo, la complejidad del protocolo y las</p>	<p>En cuanto a los acuerdos que tienen las citas sobre las estrategias de implementación de los proyectos de ciencia ciudadana se identifica 5 aspectos: Claridad de los objetivos: Todas las citas coinciden en la importancia de tener objetivos claros y específicos en los proyectos de ciencia ciudadana. En Heigl et al. (2020) se enfatiza la necesidad de tener objetivos científicamente válidos y</p>
---	---	---	--	---

cumplir 07 principales.	criterios	2. Evaluación del Enfoque de Ciencia Ciudadana: Se determina si la ciencia ciudadana es adecuada para resolver el problema identificado, considerando aspectos como preguntas de investigación, escala de proyecto, datos necesarios, capacitación requerida y recursos disponibles.	motivaciones de los participantes.	claros, incluyendo una pregunta de investigación específica.
1. Lo que no es ciencia ciudadana El catálogo excluye proyectos que involucran exclusivamente a personas con antecedentes profesionales y científicos específicos del proyecto. El catálogo excluye proyectos realizados por científicos profesionales o instituciones científicas, en los cuales las personas son meramente entrevistadas sobre su opinión/actitud, modo de vida, etc.	3. Diseño del Proyecto: Se establecen claramente los objetivos en colaboración con los participantes, identificando necesidades de datos y	· Claridad del objetivo o pregunta: La ciencia ciudadana es más efectiva cuando la pregunta que se aborda es específica y precisa, similar a cualquier enfoque científico. Esto puede incluir desde la formulación de hipótesis testables hasta la vigilancia ambiental y monitoreo de presiones ambientales	Del mismo modo, Fraisl et al. (2022) se menciona a la fase de diseño del proyecto que es en donde se establecen objetivos claros en colaboración con los participantes. Pocock et al. (2014) resalta que la claridad en los objetivos es crucial para la efectividad de la ciencia ciudadana. Importancia del compromiso: Las tres citas destacan que se	

El catálogo excluye herramientas de específicas como la debe dar relevancia del proyectos realizados por recolección. Se diseñan contaminación difusa. compromiso activo de los científicos profesionales o estrategias de muestreo y · Importancia del participantes en la instituciones científicas, que análisis de datos compromiso: El recolección de datos y la simplemente anticipados, además de compromiso es contribución significativa recolectan datos sobre los planificar la formación y crucial en la ciencia al propósito científico del participantes. comunicación con los ciudadana, pero el proyecto. Heigl et al. El catálogo excluye participantes. compromiso por sí (2020) reconoce que los proyectos realizados por 4.Construcción de la solo no constituye participantes deben sentir científicos profesionales o Comunidad: Se busca ciencia ciudadana. que su instituciones científicas, en entender y motivar a los Es necesario contribución es los cuales los participantes miembros de la comunidad, involucrar a las significativa para un solo fomentando la participación personas en la objetivo mayor. En la cita proporcionan recursos de a través de estrategias de recolección de datos de Fraisl et al. (2022) se manera pasiva. compromiso efectivas y significativos para sugiere que, a la 2. Estándares científicos reconociendo sus propósitos científicos construcción de Debe haber una pregunta contribuciones de genuinos, más allá comunidad como parte científica, hipótesis u manera inclusiva. de esencial, motivando la objetivo declarado que simplemente participación activa de pueda ser respondido, los miembros.

<p>probado o logrado con el proyecto. Los métodos deben presentarse de una manera específica del campo, apropiada y comprensible. Debe generarse nuevo conocimiento (por ejemplo, una mejor comprensión de ciertas relaciones) o desarrollarse nuevos métodos.</p> <p>3. Colaboración</p> <p>Debe haber un valor añadido para todos los participantes, tanto científicos ciudadanos como científicos profesionales.</p>	<p>5. Gestión de Datos: Se planifica la recolección y aseguramiento de la calidad de los datos, considerando aspectos legales, éticos y de privacidad. La calidad de los datos se asegura mediante procesos de control y aseguramiento de calidad, comunicando transparentemente estos procesos.</p> <p>6. Evaluación: Se lleva a cabo una evaluación continua para medir la efectividad del proyecto, utilizando métodos formativos y sumativos. Se definen métricas para</p>	<p>transmitir un mensaje de concienciar sobre un problema. Recursos disponibles: Es crucial considerar los recursos necesarios para ejecutar iniciativas de ciencia ciudadana de manera efectiva, como sitios web, bases de datos en línea, equipo especializado y recursos de apoyo. La colaboración y el uso de software de</p> <p>Asimismo, Pocock et al. (2014) indican que el compromiso va más allá de la conciencia, requiriendo participación activa en la recolección de datos significativos. Recursos disponibles: Existe acuerdo en considerar los recursos necesarios para ejecutar proyectos de ciencia ciudadana de manera efectiva, incluyendo tecnología y apoyo logístico. Heigl et al. (2020) y Fraisl et al. (2022) reconocen la importancia de tener</p>
---	--	---

<p>Los objetivos del proyecto deben ser inalcanzables sin la colaboración de los científicos ciudadanos.</p>	<p>evaluar el éxito y el impacto del proyecto, considerando beneficios individuales y de comunidad.</p>	<p>código abierto pueden ayudar a mitigar los costos.</p>	<p>recursos adecuados, aunque Heigl et al. se centra más en la</p>
<p>Los científicos ciudadanos deben estar involucrados en al menos un elemento del proyecto. Los elementos comunes de los proyectos de investigación incluyen:</p>		<p>· Escalas de muestreo: La ciencia ciudadana es particularmente efectiva para abordar preguntas que requieren un</p>	<p>transparencia y accesibilidad de la información. Mientras que, Pocock et al. (2014) destacan la necesidad de considerar</p>
<p>Búsqueda de un tema y formulación de preguntas de investigación.</p>		<p>enfoque a gran escala, ya sea espacialmente o a lo largo del tiempo,</p>	<p>recursos tecnológicos y apoyo para ejecutar proyectos de ciencia ciudadana efectivamente.</p>
<p>Diseño del método.</p>		<p>gracias a la</p>	<p>Gestión de datos: Aunque</p>
<p>Recolección de datos.</p>		<p>participación masiva de voluntarios.</p>	<p>no se menciona explícitamente en todas las</p>
<p>Análisis e interpretación de datos.</p>		<p>· Complejidad del protocolo: Proyectos de ciencia</p>	<p>citas, existe una implícita necesidad de asegurar la calidad y</p>
		<p>de ciencia</p>	

<p>Publicación y comunicación de resultados.</p> <p>Gobernanza del proyecto. La definición y los objetivos del proyecto deben ser abiertos, claros, fáciles de encontrar y comunicados de manera comprensible.</p> <p>La asignación de tareas debe ser clara y transparente.</p> <p>4. Ciencia abierta</p> <p>Todos los datos y metadatos se deben poner a disposición del público, siempre y cuando no haya argumentos legales o éticos en contra.</p>	<p>ciudadana de transparencia de los datos participación masiva a recolectados.</p> <p>menudo Motivaciones de los involucran protocolos participantes: Todas las simples citas reconocen que para atraer a más considerar la diversidad de personas, pero motivaciones pueden proyectos más impulsar la complejos pueden participación, desde el generar datos más interés personal hasta la detallados, aunque con preocupación por el menos entorno.</p> <p>participantes. Es Por otra parte, en cuanto a crucial proporcionar los desacuerdos acerca apoyo adecuado y de las motivar a los estrategias de voluntarios para implementación de los mantener su proyectos de ciencia participación. ciudadana se identifica 2 aspectos:</p>
---	---

Los resultados se deben publicar en un formato de acceso abierto, siempre y cuando no haya argumentos legales o éticos en contra.

Los resultados deben ser encontrables, reutilizables, comprensibles y transparentes.

5. Comunicación

Se deben abordar adecuadamente diferentes grupos de interés.

Los datos de contacto (por ejemplo, dirección de correo electrónico, número de teléfono o

Motivaciones de los participantes: Las motivaciones para participar en la ciencia ciudadana varían y pueden incluir un sentido de comunidad, interés personal, descubrimiento, o preocupación por el entorno. Entender estas motivaciones es fundamental para mantener el compromiso a largo plazo de los voluntarios.

Enfoque y escala del proyecto: En la cita de Heigl et al. (2020) se enfocan en la validez científica y ética, mientras que Fraisl et al. (2022) y Pocock et al. (2014) amplían la discusión a la evaluación comunitaria y la gestión de datos.

Complejidad del protocolo: Pocock et al. (2014) son los únicos que mencionan explícitamente la variabilidad en la complejidad de los protocolos de ciencia ciudadana, comparando

formulario de contacto en el sitio web) deben ser fáciles de encontrar, en caso de preguntas o comentarios. Debe ser posible la interacción entre la gestión del proyecto y los científicos ciudadanos en todo momento.

Los científicos ciudadanos deben recibir comentarios sobre el progreso y los resultados del proyecto.

Los resultados del proyecto se deben publicar de manera comprensible para el público en general.

6. Ética

proyectos simples con otros más detallados que requieren más apoyo y motivación.

Los objetivos del proyecto deben ser éticamente sólidos (por ejemplo, en cumplimiento con los derechos humanos y básicos). El proyecto debe seguir principios éticos transparentes en cumplimiento con los estándares éticos, como obtener el consentimiento informado de los participantes o de los padres de los niños participantes, entre otros. Se debe publicar información clara sobre la política y gobernanza de datos (en relación con los

datos personales y de investigación) dentro del proyecto, y los participantes deben consentir esta información antes de participar.

La gestión del proyecto debe reflexionar y considerar aspectos éticos (por ejemplo, diversidad, inclusión, igualdad de género, reflexión sobre la inclusión o exclusión de grupos específicos).

7. Gestión de datos

Antes de la recolección de datos, todos los proyectos deben haber establecido un plan de gestión de datos.

<p>Habilidades desarrolladas en el pensamiento crítico en ciencias</p>	<p>Gonzalez, Silva y Barniol (2018), fomentar el pensamiento crítico ayuda a evaluar su conocimiento y aplicarlo en la resolución de problemas, contrarrestando la latencia al aprendizaje mecánico en ciencias, donde los estudiantes pueden memorizar conceptos sin entender su aplicación práctica</p>	<p>Jiménez-Aleixandre y Puig (2022), integrar el Pensamiento Crítico en la enseñanza de ciencias requiere desarrollar tareas que evalúen enunciados con pruebas, fomenten la búsqueda y consideración de nuevas evidencias, y promuevan la argumentación socio-científica, con el docente facilitando un ambiente de confianza para el</p>	<p>Escobar, Carrasco y Salas (2015) señalan que el pensamiento crítico es fundamental para el desarrollo del pensamiento científico en las Ciencias Naturales. Sin una sólida formación en ambos, los futuros ciudadanos no</p>	<p>Por otro lado, Jiménez-Aleixandre y Puig (2022) proponen que integrar el Pensamiento Crítico en la enseñanza de ciencias requiere la creación de tareas que no solo evalúen afirmaciones con evidencias, sino que también fomenten la búsqueda activa de nuevas pruebas y promuevan la</p>
--	---	--	---	---

debate. Además, es podrían entender, argumentación socio-
necesario tener en cuenta la interpretar ni actuar en científica. Destacan la
influencia de factores la sociedad. Además, importancia de que el
socioculturales, identidades el docente cree un
y emociones en el desarrollo pensamiento crítico ambiente de confianza que
del Pensamiento Crítico, debe ser parte del facilite el debate,
considerando las desarrollo de considerando además la
experiencias personales de habilidades para influencia de factores
los estudiantes. resolver problemas en socioculturales,
las Ciencias Naturales identidades y
y emociones en el
Sociales. desarrollo del
Pensamiento Crítico de
los estudiantes.

Por último, Escobar, Carrasco y Salas (2015) sostienen que el pensamiento crítico es fundamental para el desarrollo del pensamiento científico en las Ciencias Naturales. Argumentan que una formación sólida en ambos tipos de pensamiento es indispensable para que los futuros ciudadanos puedan comprender,

interpretar y participar de manera informada en la sociedad. Subrayan que el desarrollo del pensamiento crítico no solo es relevante para las ciencias naturales, sino que también es vital para la resolución de problemas en diversas áreas del conocimiento, incluyendo las ciencias sociales.

En conjunto, estos autores subrayan la

importancia del pensamiento crítico como una habilidad esencial que va más allá del mero aprendizaje de contenidos, siendo fundamental para el desarrollo integral de los estudiantes y su preparación para enfrentar los retos contemporáneos de manera informada y reflexiva.

	Furman, M. (2016):	Marimán y Mena (2018),	Chaparro, A. (2021)	Furman (2016)
	argumenta que el este enfoque fortalece la	sostiene que el	argumenta que el	argumenta que el
	pensamiento científico va capacidad de los estudiantes	pensamiento científico	pensamiento científico	pensamiento científico
	más allá de la mera para exploratory descubrir el		es trasciende la mera	
	adquisición de mundo, utilizando el inherente al ser		acumulación de	
Habilidades	información, involucrando la conocimiento adquirido en humano y no		información al involucrar	
desarrollad	capacidad de observar, su vida diaria. Los docentes, depende		de habilidades como la	
as en el	formular hipótesis, por ende, juegan un papel	modelos predefinidos	observación, la	
pensamiento	experimental, comparar crucial al fomentar la		o formulación de	
científico	resultados, comunicar curiosidad ante lo	tendencias específicas.	hipótesis, la	
	hallazgos y resolver sorprendente que los rodea		Surge experimentación, la	
	problemas de manera cotidianamente,	del impulso naturalde	comparación de	
	sistemática y crítica. Esta contribuyendo	al conocer, indagar,	resultados, la	
	perspectiva enfatiza que el desarrollo de conceptos	explorar y	comunicación de	
	pensamiento científico no	comprender	los hallazgos y la resolución	

se limita a seguir un variados conforme los efectos en el entorno de problemas de manera método rígido; requiere experiencias e intereses natural y social. sistemática y crítica. Esta también creatividad y la individuales. Aunque no se centra en visión subraya que el habilidad de explorar más fórmulas complejas, pensamiento científico no allá de lo obvio. Enseñar este tipo de debe limitarse a seguir un una variedad de pensamiento se dedica método estricto, sino que competencias relacionadas a formular hipótesis, también requiere con el pensamiento plantear preguntas y creatividad y la capacidad científico, en lugar de realizar experimentos de explorar más allá de lo adherirse a un único método que enriquecen la obvio. Enseñar una científico, se revela como un comprensión y variedad de competencias científico, se revela como un explicación del mundo. relacionadas con el enfoque más efectivo para fomentar la capacidad de pensar de forma

sistemática y creativa
entre los estudiantes.

pensamiento científico, en
lugar de adherirse a un
único metodocientífico, se
considera más efectivo para
fomentar una capacidad de
pensamiento
sistemático y creativo entre
los estudiantes.

Marimán y Mena (2018)
refuerzan esta idea al
destacar que el
pensamiento científico
fortalece la capacidad
de los estudiantes para

explorar y descubrir el mundo utilizando el conocimiento adquirido en su vida diaria. Subrayan el papel crucial de los docentes en fomentar la curiosidad ante lo asombroso que rodea a los estudiantes cotidianamente, contribuyendo así al desarrollo de conceptos diversos basados en

experiencias e intereses
individuales.

Fuente: Elaboración propia

● 3% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.monterrico.edu.pe Internet	<1%
2	ve.scielo.org Internet	<1%
3	educaixa.org Internet	<1%
4	dacefyn.unlar.edu.ar Internet	<1%
5	Universidad Rey Juan Carlos on 2022-11-14 Submitted works	<1%
6	Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO on 2024-04-15 Submitted works	<1%
7	Universidad de Manizales on 2024-07-28 Submitted works	<1%
8	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente on 2023-... Submitted works	<1%

9

Universidad TecMilenio on 2024-01-19

Submitted works

<1%

10

monterrigo on 2023-12-19

Submitted works

<1%