

DOI: <https://doi.org/10.56124/refcale.v13i2.008>

## **Ciencia Ciudadana Y Aplicaciones Tecnológicas En La Conservación De La Biodiversidad Y El Fomento De La Investigación En Educación Superior**

### **Ciencia Ciudadana Y Tecnología En Educación Superior**

#### **AUTORES:**

Gema Gutiérrez

Geilert De la Peña Consuegra

Fecha de recepción: julio 14, 2025

Fecha de aceptación: julio 14, 2025

#### **Resumen.**

La ciencia ciudadana, apoyada por herramientas tecnológicas, se ha convertido en un enfoque clave para la conservación de la biodiversidad y la generación de conocimiento en la educación superior. No obstante, su adopción en el ámbito académico sigue siendo limitada debido a la falta de integración curricular y a diversas barreras institucionales. Este estudio aborda la escasa implementación de la ciencia ciudadana y sus aplicaciones tecnológicas en la formación universitaria, a pesar de su potencial para fortalecer la educación y fomentar la participación estudiantil en la recolección y análisis de datos científicos. El objetivo fue diseñar estrategias integradoras que promuevan la participación activa de la comunidad académica en proyectos de ciencia ciudadana mediante el uso de herramientas digitales. Se aplicó un enfoque cuantitativo, mediante encuestas estructuradas a estudiantes de educación superior, para analizar su nivel de conocimiento, percepción y uso de plataformas como iNaturalist, eBird y Earthwatch. Se realizó un análisis estadístico con la prueba de independencia de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado) para evaluar

asociaciones entre variables. Los resultados evidencian que, aunque los estudiantes reconocen la importancia de la tecnología en la conservación, su aplicación práctica es limitada. Se identificó una relación significativa entre la familiaridad con estas herramientas y la disposición a participar, lo que resalta la importancia de la formación práctica. Además, la falta de capacitación, acceso limitado a dispositivos y escaso apoyo institucional surgieron como los principales obstáculos. En conclusión, la integración de la ciencia ciudadana y la tecnología en la educación superior requiere estrategias que combinen teoría y práctica, garanticen el acceso a recursos y fomenten la participación estudiantil. Se recomienda implementar políticas institucionales que respalden su incorporación y realizar estudios futuros para evaluar su impacto en la formación profesional y la conservación.

Palabras Claves: ciencia ciudadana; aplicaciones tecnológicas; conservación de la biodiversidad; educación superior

## **Citizen Science And Technological Applications In Biodiversity Conservation And The Promotion Of Research In Higher Education**

### Abstract

Citizen science, supported by technological tools, has become a key approach for biodiversity conservation and the generation of knowledge in higher education. However, its adoption in academic contexts remains limited due to a lack of curricular integration and various institutional barriers. This study addresses the limited implementation of citizen science and its technological applications in university education, despite their potential to enhance learning and encourage student participation in the collection and analysis of scientific data. The main objective was to design integrative strategies that promote active involvement of the academic community in citizen science projects through the use of digital tools. A quantitative approach was applied using structured surveys conducted among higher education students to assess their level of knowledge, perception, and use of platforms such as iNaturalist, eBird, and Earthwatch. Statistical analysis was performed using the chi-square ( $\chi^2$ ) test to evaluate associations between variables. Results show that although students recognize the importance of technology in conservation, its practical application remains limited. A significant relationship was found between familiarity with these tools and willingness to participate, highlighting the relevance of practical training. Additionally, lack of training, limited access to

devices, and insufficient institutional support emerged as the main barriers. In conclusion, integrating citizen science and technology into higher education requires structured strategies that combine theory and practice, ensure access to resources, and foster student engagement. It is recommended that institutional policies support this integration, and future research should evaluate the effectiveness of such strategies in professional training and biodiversity conservation.

Keywords: Citizen Science; Technological Applications; Biodiversity Conservation; Higher Education

## **Introducción:**

En un contexto global caracterizado por la creciente pérdida de biodiversidad, la ciencia ciudadana ha emergido como una herramienta poderosa para involucrar a la sociedad en la conservación del medio ambiente (Bonney et al., 2016). Las aplicaciones tecnológicas han potenciado la capacidad de la ciudadanía para participar en la recolección de datos a gran escala, lo que ha permitido avances significativos en la investigación científica y en la toma de decisiones ambientales (Silvertown, 2009).

No obstante, a pesar de los avances logrados en educación, persisten deficiencias importantes en la integración de las herramientas tecnológicas en los sistemas educativos, especialmente en países mega diversos como Ecuador, donde la participación ciudadana podría tener un impacto crítico en la conservación de los recursos naturales. En este contexto, la incorporación efectiva de tecnologías adaptadas a realidades locales podría transformar tanto la educación como las estrategias de conservación ambiental (MAATE, 2018).

Ecuador enfrenta desafíos significativos en la conservación de su biodiversidad debido a la deforestación, la expansión urbana y el cambio climático (Ministerio del Ambiente, 2020). Estas amenazas no solo ponen en riesgo la biodiversidad, sino que también subrayan la necesidad de acciones efectivas de conservación que involucren a múltiples actores. A

pesar de estos problemas, el uso de la ciencia ciudadana y las aplicaciones tecnológicas en el ámbito educativo ha sido limitado (Espinosa et al., 2019).

En este contexto, la ciencia ciudadana se presenta como una alternativa eficaz para abordar problemas ambientales mediante la participación activa de la comunidad en la recolección y análisis de datos científicos (Bonney et al., 2009). Este enfoque no solo promueve la sensibilización ambiental, sino que también genera bases de datos masivos y detallados que pueden sustentar políticas públicas y estrategias de conservación (Kobori et al., 2016).

Por ende, las herramientas tecnológicas han revolucionado la manera en que se implementa la ciencia ciudadana, permitiendo el monitoreo en tiempo real, el análisis de grandes volúmenes de datos y la colaboración a nivel global. Aplicaciones como iNaturalist, plataformas como eBird y programas como Earthwatch han demostrado ser recursos efectivos para registrar la biodiversidad, facilitar la colaboración interdisciplinaria y fomentar la participación activa de ciudadanos en la conservación (Sullivan et al., 2014; Kobori et al., 2016). Estas herramientas no solo potencian la recolección de datos masivos, sino que también permiten a los usuarios contribuir con información clave desde cualquier parte del mundo, transformando el proceso mediante el cual se recopilan y utilizan los datos ecológicos.

A pesar de su potencial, la integración de estas herramientas en el ámbito educativo, especialmente en instituciones de educación superior, continúa siendo limitada (Dickinson et al., 2012). En países en vías de desarrollo como Ecuador, esta situación se ve agravada por barreras tecnológicas y pedagógicas que dificultan la adopción de enfoques interdisciplinarios orientados a la conservación (Wals et al., 2014). Sin embargo, las universidades desempeñan un papel fundamental en la promoción de la ciencia ciudadana como herramienta educativa y de investigación, al integrar plataformas tecnológicas que fortalecen tanto la formación académica como el compromiso con la conservación.

En este sentido, la problemática radica en que, a pesar del creciente uso de herramientas tecnológicas en proyectos de ciencia ciudadana, su impacto en la conservación de la biodiversidad y en la formación académica de los estudiantes de educación superior no ha sido suficientemente evaluado. La falta de estudios que analicen tanto la efectividad de estas herramientas como las distintas percepciones estudiantiles sobre su utilidad, genera una brecha en el conocimiento sobre su verdadero alcance. Además, persisten desafíos relacionados

con la accesibilidad, la capacitación en el uso de tecnologías y la integración de estas iniciativas en las mallas curriculares, lo que limita su potencial como estrategia educativa.

Desde esta perspectiva, se formuló el siguiente problema científico: ¿Cómo favorecer la ciencia ciudadana y las aplicaciones tecnológicas para promover la conservación de la biodiversidad y fomentar la investigación científica en la educación superior?

En correspondencia, el objetivo general del estudio fue diseñar estrategias integradoras que potencien la participación activa de la comunidad académica en la ciencia ciudadana y en el uso de aplicaciones tecnológicas para promover la conservación de la biodiversidad y el fomento de la investigación científica en el ámbito de la educación superior.

## **Materiales Y Métodos**

El estudio realizado tuvo un enfoque cuantitativo, lo que permitió una comprensión más completa del papel de la ciencia ciudadana y las aplicaciones tecnológicas en la conservación de la biodiversidad y en el fomento de la investigación científica en la educación superior. Este enfoque se justificó por la necesidad de analizar patrones y tendencias en la participación de los ciudadanos en proyectos científicos, así como evaluar el nivel de conocimiento y percepción sobre el uso de tecnologías en estos procesos. Para ello, se aplicaron encuestas estructuradas a estudiantes de educación superior, lo que posibilitó la recolección sistemática de información y la realización de análisis estadísticos que aportan rigurosidad y replicabilidad a los hallazgos de la investigación.

Se empleó un diseño exploratorio y descriptivo. El enfoque exploratorio permitió comprender el nivel de conocimiento y percepción que tienen los estudiantes sobre la ciencia ciudadana y el uso de herramientas tecnológicas en la conservación de la biodiversidad. Dado que este tema aún no ha sido ampliamente investigado en el contexto de la educación superior, dicho enfoque ayuda a identificar tendencias y factores clave que influyen en la adopción de estas herramientas. Por su parte, el enfoque descriptivo facilitó la caracterización de la participación de los

estudiantes en iniciativas de ciencia ciudadana, así como el uso de aplicaciones tecnológicas como iNaturalist, eBird y Earthwatch. A través de este enfoque, se analizaron aspectos como la frecuencia de uso de estas herramientas, su utilidad percibida y el impacto que tienen en la formación académica de los participantes.

La investigación se desarrolló mediante el método cuantitativo, centrado en el análisis de datos obtenidos a través de encuestas, diseñadas para medir el nivel del conocimiento, uso y percepción sobre herramientas tecnológicas como iNaturalist, eBird y Earthwatch.

La técnica utilizada para la obtención de información fue la encuesta, estructurada en cinco secciones, cada una dirigida a evaluar distintas dimensiones de la investigación: 1- Uso de herramientas tecnológicas: se evaluó el conocimiento y la percepción de los estudiantes respecto a plataformas como iNaturalist, eBird y Earthwatch. 2- Percepción sobre la conservación de la biodiversidad: esta sección se enfocó en la participación y opinión de los estudiantes sobre el papel de la tecnología en la conservación de la biodiversidad. 3- Fomento de la investigación científica en educación superior: exploró la relación entre ciencia ciudadana y desarrollo de habilidades científicas. 4- Opinión general sobre educación y conservación: analizó la perspectiva de los estudiantes respecto a la integración de la ciencia ciudadana en los programas académicos y los principales desafíos en el uso de tecnología para la conservación de la biodiversidad. 5- Percepción sobre ciencia ciudadana: buscó evaluar tanto el reconocimiento de su importancia en la investigación científica como el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes sobre el tema. Cada sección incluyó preguntas cerradas de opción múltiple con respuestas predefinidas, lo que permitió un análisis estadístico riguroso.

La recolección de datos se realizó a través de una encuesta en línea diseñada en Google Forms, la cual fue distribuida entre estudiantes de sexto semestre de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). La aplicación de la encuesta se llevó a cabo el 27 de enero de 2025.

Para garantizar la participación y la confiabilidad de los datos, se compartió el enlace mediante canales oficiales de comunicación académica, como correos institucionales y grupos de mensajería utilizados por los estudiantes. Se estableció un período de respuesta de dos días, con recordatorios enviados a los participantes para maximizar la tasa de respuesta. Las respuestas fueron recopiladas automáticamente por la plataforma y posteriormente procesadas desde una perspectiva cuantitativa para su análisis estadístico.

Los resultados obtenidos a partir de la recopilación de información fueron fundamentales para evaluar el nivel de conocimiento sobre ciencia ciudadana, identificar las principales barreras para su implementación y reconocer oportunidades para su integración en el ámbito universitario.

Aunque la ciencia ciudadana no puede establecerse como una asignatura formal en los planes de estudio, sus principios y metodologías pueden incorporarse en actividades académicas y proyectos de investigación, fortaleciendo así la formación científica y la participación activa de la comunidad estudiantil en la conservación de la biodiversidad.

La encuesta fue procesada desde una perspectiva cuantitativa y estuvo dirigida a los estudiantes de sexto semestre de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Se establecieron los siguientes criterios de selección de la muestra:

### **Criterio de inclusión**

- Estudiantes de sexto semestre de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).
- Estudiantes matriculados en la carrera de ingeniería ambiental.
- Disponibilidad para completar la encuesta en línea dentro del período establecido.

### **Criterio de exclusión**

- Estudiantes de otros semestres o de carreras no relacionadas con el enfoque de la investigación.

Dado que la población total de estudiantes de sexto semestre en la UNESUM era de 63, se determinó el tamaño de la muestra utilizando la fórmula para poblaciones finitas, debido a que el total de la población es conocido y relativamente pequeño. A continuación, se detalla la fórmula aplicada y su desarrollo:

$$n = \frac{NZ^2pq}{(n-1)E^2 + Z^2pq}$$

Donde:

- $n$  = tamaño de la muestra;
- $N$  = tamaño de la población total (63 estudiantes);
- $Z$  = valor de la distribución normal estándar (para un nivel de confianza del 95%, el valor es 1.96);
- $p$  = proporción esperada (generalmente se usa 0.5 si no se tiene información previa);
- $q = 1-p$  (complemento de  $p$ );
- $E$  = margen de error (en este caso, se usa un 5% o 0.05)

Calculo:

$$n = \frac{63 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(63 - 1) \times (0.5)^2 + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{63 \times 3.8416 \times 0.25}{62 \times 0.0025 + 3.8416 \times 0.25}$$

$$n = \frac{60.6696}{0.155 + 0.9604}$$

$$n = \frac{60.6696}{1.1154}$$

$$n = 54$$

### Tipo de muestreo

El proceso de selección de la muestra se llevó a cabo mediante muestreo aleatorio simple, utilizando Microsoft Excel como herramienta para asegurar la aleatoriedad. Inicialmente, se asignaron números únicos a cada uno de los 63 estudiantes de la población, correspondiendo a un rango de 1 al 63. Se generaron 54 números aleatorios dentro de este intervalo, garantizando que todos los estudiantes tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados. Posteriormente, se revisó la lista de números aleatorios generados para asegurar que no se repitan. Finalmente, los estudiantes seleccionados, basados en los números aleatorios obtenidos, constituyeron la muestra que participó en la encuesta.

### Validación de encuesta

Para garantizar la calidad y validez del instrumento de recolección de datos, se llevó a cabo un proceso de validación por parte de expertos. Este procedimiento permitió evaluar la claridad, relevancia, coherencia y adecuación del cuestionario, asegurando que las preguntas fueran comprensibles y pertinentes para alcanzar los objetivos del estudio.

Se seleccionaron cinco expertos con experiencia en ciencia ciudadana, conservación de la biodiversidad, educación superior y uso de herramientas tecnológicas aplicadas a la investigación. Los criterios de selección consideraron su trayectoria académica y profesional, así como su participación en proyectos relacionados con la temática del estudio. Se diseñó una matriz de evaluación en la que los expertos calificaron cada pregunta de la encuesta con base en cuatro criterios fundamentales:

- **Claridad:** Evaluar si la redacción de la pregunta es comprensible y no genera ambigüedades.
- **Relevancia:** Determinar si la pregunta contribuye de manera significativa al logro de los objetivos del estudio.
- **Coherencia:** Valorar si las opciones de respuesta están estructuradas de forma lógica y adecuada.
- **Adecuación:** Analizar si el lenguaje utilizado es apropiado para el público objetivo.

Cada criterio se calificó en una escala tipo Likert de 1 a 4, donde:

- 1 = Deficiente
- 2 = Regular
- 3 = Bueno
- 4 = Excelente

Además, se incluyó un espacio para observaciones y sugerencias en cada pregunta, con el fin de identificar posibles mejoras en su redacción o estructura.

Los resultados de la validación fueron analizados mediante el Índice de Validez de Contenido (IVC), el cual se calculó con la siguiente fórmula:

$$IVC = \frac{n_v}{N}$$

Donde:

$n_v$  = es el número de expertos que calificaron la pregunta con 3 o 4.

N= es el total de expertos consultados.

Se estableció un umbral de aceptación de 0.80, considerando válidas aquellas preguntas que superaran este valor. Los cálculos del IVC fueron realizados en Microsoft Excel para garantizar precisión.

**Tabla 1** Validación por expertos

¿Las preguntas son comprensibles y están bien redactadas?	¿Las preguntas aportan información útil para los objetivos de la investigación?	¿Las opciones de respuestas están bien estructuradas y son apropiadas?	¿El lenguaje es apropiado para el público objetivo?	IVC
Claridad	Relevancia	Coherencia	Adecuación	
4 4 3 4 4	4 4 4 3 4	4 3 4 4 4	4 3 4 4 3	<b>0.92</b>
4 4 3 3 4	4 4 3 4 4	4 4 3 3 4	4 4 3 4 3	<b>0.84</b>
3 3 3 3 3	3 3 3 3 3	3 3 3 3 3	3 3 3 3 3	<b>0.80</b>
4 4 4 4 4	4 4 4 4 4	4 4 4 4 4	4 4 4 4 4	<b>1.00</b>

De acuerdo con los resultados, todas las preguntas alcanzaron un **IVC  $\geq$  0.80**, lo que indica una adecuada validez de contenido.

Dado que todas las preguntas obtuvieron una puntuación aceptable en la validación por parte de expertos, la encuesta fue considerada válida en su versión original. Por tanto, se procedió a su aplicación sin modificaciones sustanciales, lo que garantiza la confiabilidad del instrumento y su pertinencia para la recolección de datos en este estudio.

### Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables es un proceso clave en la investigación, ya que permite convertir conceptos abstractos en dimensiones e indicadores medibles, facilitando la recopilación y el análisis de datos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). En este estudio, se busca analizar la participación de la comunidad académica en ciencia ciudadana y el uso de aplicaciones tecnológicas en proyectos de conservación y educación.

Se definieron las siguientes variables:

Variable independiente: Estrategia integradora para fomentar la participación en proyectos de ciencia ciudadana

Variable dependiente: Nivel de conocimiento, percepción, disponibilidad y uso de herramientas tecnológicas en el ámbito académico.

A continuación, se presenta la tabla 2 con la operacionalización de las variables del estudio:

**Tabla 2** Operacionalización de Variables del Estudio

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección de datos
Nivel de conocimiento, percepción, disponibilidad y uso de herramientas tecnológicas en el ámbito académico.	Cognitiva	Participación en actividades académicas sobre conservación de la biodiversidad	Encuesta ¿Ha participado alguna vez en actividades universitarias o académicas relacionadas con la conservación de la biodiversidad?
		Nivel de conocimiento sobre la conservación de la biodiversidad	Encuesta ¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación? "La tecnología puede jugar un papel clave en la conservación de la biodiversidad."
	Tecnológica	Nivel de conocimiento sobre la materia Ciencia ciudadana	Encuesta ¿Cuál de las siguientes afirmaciones refleja mejor su conocimiento sobre las herramientas tecnológicas en ciencia ciudadana?
		Nivel de conocimiento de recursos y herramientas tecnológicas	Encuesta ¿Conoces alguna de las siguientes herramientas tecnológicas para proyectos de ciencia ciudadana?
		Frecuencia de uso de aplicaciones como iNaturalist, eBird y Earthwatch en proyectos académicos	Encuesta ¿Qué función consideras más útil en herramientas como iNaturalist y eBird?

		Encuesta
	Uso de herramientas tecnológicas de ciencia ciudadana	¿Consideras que el uso de herramientas como Earthwatch en proyectos de investigación puede complementar el aprendizaje práctico en educación superior?
	Factores que limitan el acceso y uso de herramientas tecnológicas en Educación Superior	Encuesta ¿Qué factores limitan el uso de herramientas como iNaturalist, eBird y Earthwatch en proyectos de educación superior?
	Percepción sobre el impacto de la tecnología en la conservación de la biodiversidad y la Educación Superior	Encuesta En tu opinión, ¿Qué nivel de impacto tiene la ciencia ciudadana en la conservación de la biodiversidad?
	Disposición a participar o liderar proyectos de ciencia ciudadana en el ámbito académico	Encuesta ¿Estarías dispuesto a participar o liderar un proyecto de ciencia ciudadana como parte de tus actividades académicas?
Estrategia integradora para fomentar la participación en proyectos de ciencia ciudadana	Desarrollo	Encuesta
	Estructura y funcionalidad de la propuesta de estrategias	¿Cree que la educación superior debería incorporar más proyectos de ciencia ciudadana en sus programas académicos relacionados con la biodiversidad?
	Participación activa de los estudiantes en la ciencia ciudadana	Encuesta ¿Consideras que incluir proyectos de ciencia ciudadana en la educación superior podría mejorar las habilidades de investigación científica de los estudiantes?
Ejecutora	Posibilidad de ejecución y aceptación por usuarios	Encuesta ¿Considera que la ciencia ciudadana puede contribuir a la investigación científica en educación superior?

## Análisis estadístico

Para evaluar la relación entre distintos indicadores clave en la adopción de herramientas tecnológicas en ciencia ciudadana y educación superior, se utilizó un análisis estadístico basado en la prueba de independencia de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado), complementado con el **cálculo del p-valor** para verificar la

significancia estadística. Este enfoque permitió determinar si existía una asociación significativa entre variables relacionadas con la participación en actividades de conservación, el conocimiento sobre ciencia ciudadana, la frecuencia de uso de herramientas tecnológicas y la percepción de su impacto en los procesos educativos y de investigación.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo en tres fases: i) limpieza y categorización de datos: se agruparon las respuestas en categorías comparables y se eliminaron valores atípicos para garantizar la calidad del análisis; ii) cálculo de la prueba de Chi-cuadrado: se construyeron tablas de contingencia y se aplicó el test de  $\chi^2$  para evaluar las asociaciones entre las variables previamente definidas. iii) interpretación de resultados: se identificaron relaciones estadísticamente significativas y se analizaron sus implicaciones para el diseño de estrategias educativas orientadas a la integración efectiva de la ciencia ciudadana y las herramientas tecnológicas en la educación superior.

### **Resultados Y Discusión:**

Los resultados de la encuesta fueron organizados en cuatro secciones principales, cada una abordando aspectos clave sobre el uso de herramientas tecnológicas en la ciencia ciudadana y su impacto en la educación superior. En la Sección 1, se analiza el grado de conocimiento y uso de plataformas como iNaturalist, eBird y Earthwatch, así como los factores que limitan su adopción.

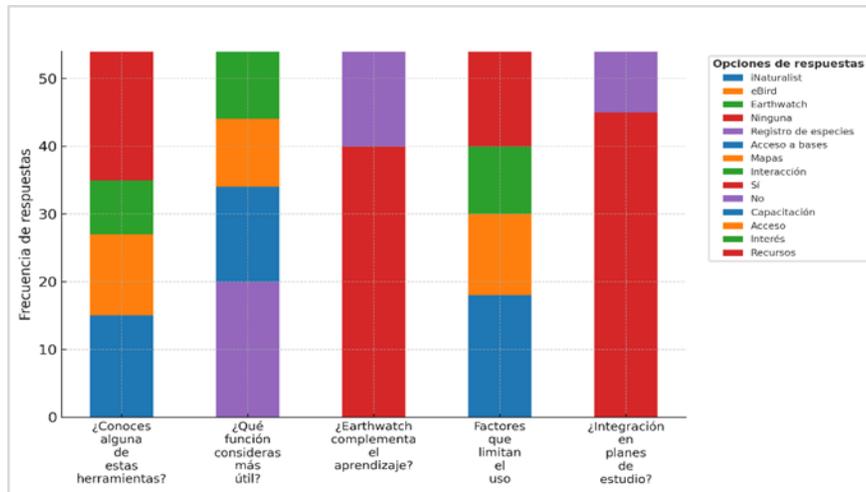
La Sección 2 explora la percepción de los estudiantes sobre el papel de la tecnología en la conservación de la biodiversidad, identificando su nivel de participación en actividades relacionadas y su valoración del impacto de la ciencia ciudadana en la concienciación ambiental.

La Sección 3 examina el potencial de la ciencia ciudadana para fortalecer habilidades investigativas en el ámbito universitario, junto con los principales obstáculos para su implementación.

Finalmente, la Sección 4 aborda la opinión general de los encuestados sobre la integración de proyectos de ciencia ciudadana en la educación superior, destacando los desafíos clave para aplicar tecnologías en la conservación de la biodiversidad.

Estos resultados permiten identificar tendencias, barreras y oportunidades en la adopción de estas tecnologías dentro del ámbito académico, en coherencia con las variables analizadas en la metodología del estudio. A continuación, se presentan gráficos de barras apiladas diseñados en Python, estas muestran los resultados de la encuesta por secciones.

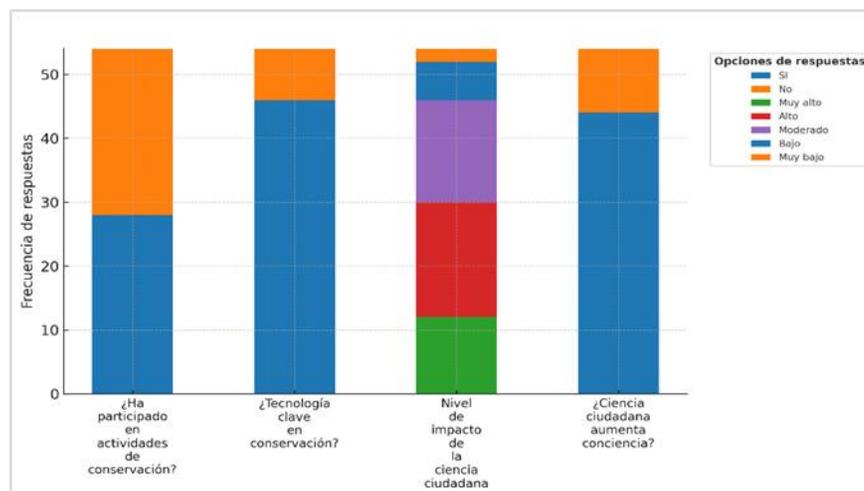
**Gráfico 1.** Sección 1, uso de herramientas tecnológicas



Se evidencia un conocimiento limitado sobre herramientas tecnológicas en ciencia ciudadana, siendo iNaturalist y eBird las más reconocidas. Las funciones más valoradas son el registro de especies y el acceso a bases de datos, lo que resalta la importancia de la información estructurada en los procesos de conservación.

Sin embargo, factores como la falta de capacitación, el acceso limitado y el desinterés limitan su adopción. Además, la baja integración en los planes de estudio sugiere la necesidad de estrategias institucionales que promuevan su uso en contextos académicos.

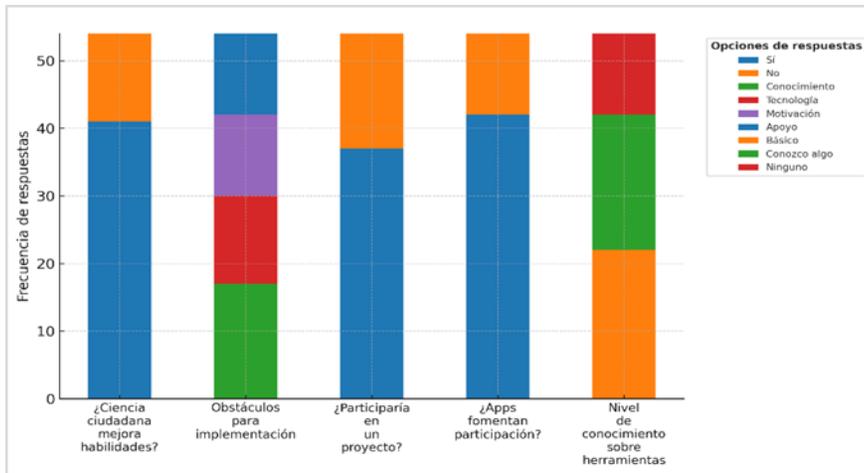
**Gráfico 2.** Sección 2, percepción sobre la conservación de la biodiversidad.



Se mostro que la mayoría de los encuestados ha participado en actividades de conservación y reconoce el papel clave de la tecnología en estos procesos. No obstante, la percepción del impacto de la ciencia ciudadana en la conservación es variable, con una distribución entre niveles altos, moderados y bajos.

A pesar de ello, existe un consenso significativo en que la ciencia ciudadana contribuye al aumento de la conciencia ambiental, lo que refuerza su potencial como estrategia educativa y de participación social en la conservación de la biodiversidad.

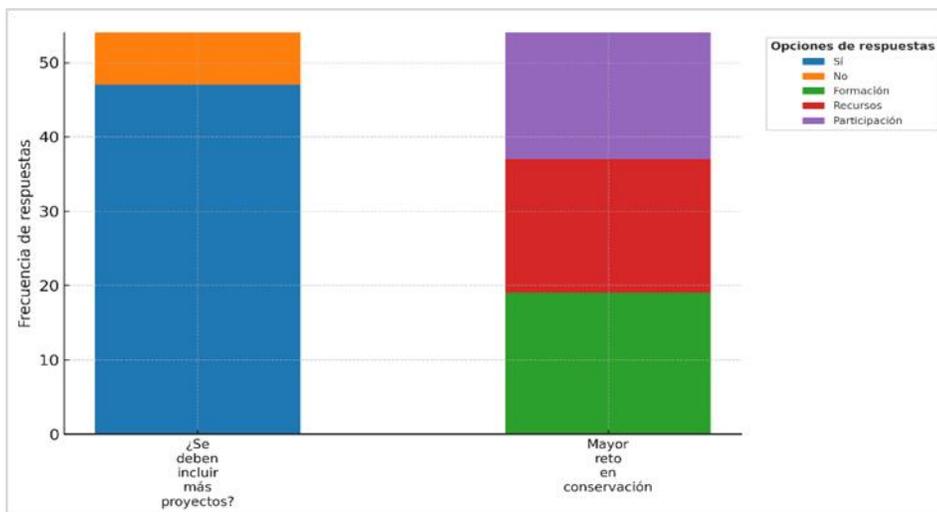
**Gráfico 3.** Sección 3, fomento de la investigación científica en educación superior.



Los encuestados perciben la ciencia ciudadana como una herramienta que mejora habilidades investigativas y fomenta la participación estudiantil. Se observa que las aplicaciones digitales son vistas como un medio que estimula la implicación en proyectos.

Sin embargo, los principales obstáculos para su implementación están relacionados con la falta de conocimiento y motivación. Predominan los niveles de conocimiento básicos e intermedios, siendo menor la proporción de quienes desconocen completamente estas herramientas.

**Gráfico 4.** Sección 4, Opinión general sobre la educación y conservación



Existe un amplio interés por incluir más proyectos de conservación en los programas académicos, con una minoría en desacuerdo. Los principales retos identificados son: formación, disponibilidad de recursos y participación estudiantil, con una distribución relativamente equilibrada entre ellos. Esto sugiere que, aunque hay predisposición para ampliar estos proyectos, su efectividad dependerá de abordar estas tres áreas críticas.

### **Análisis estadístico del uso de herramientas tecnológicas y ciencia ciudadana en la educación superior**

Se utilizó la prueba de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado) para evaluar la relación entre diversos indicadores clave y la adopción de herramientas tecnológicas en ciencia ciudadana y la educación superior. Los resultados indican que algunos indicadores tienen una influencia estadísticamente significativa, mientras que otros no presentan una relación clara, lo que sugiere la necesidad de estrategias de integración más efectivas.

Uno de los hallazgos clave es que la participación en actividades de conservación no tiene una relación significativa con el uso de herramientas tecnológicas ( $\chi^2 = 0.00$ ,  $p = 1.000000$ ) lo que sugiere que las actividades de conservación tradicionales no necesariamente incorporan tecnología ni fomentan su uso, limitando la exposición de los estudiantes a herramientas digitales para la recopilación de datos. De manera similar, el conocimiento sobre la conservación de la biodiversidad ( $\chi^2 = 0.20$ ,  $p = 0.653119$ ) y la ciencia ciudadana ( $\chi^2 = 1.10$ ,  $p = 0.293926$ ) no tienen una relación clara con la adopción de herramientas tecnológicas, lo que implica que la educación teórica por sí sola no es suficiente para incentivar su uso.

Por otro lado, sí se encontró una relación significativa en el conocimiento y uso de herramientas tecnológicas ( $\chi^2 = 16.47$ ,  $p = 0.000909$ ). Los estudiantes que conocen herramientas como iNaturalist, eBird y Earthwatch son más propensos a valorarlas y utilizarlas. Asimismo, la frecuencia de uso de estas aplicaciones ( $\chi^2 = 13.55$ ,  $p = 0.003594$ ) está directamente relacionada con una mayor percepción positiva de su impacto en la educación y la conservación. También, se encontró una relación significativa en la percepción sobre la utilidad de estas herramientas ( $\chi^2 = 9.23$ ,  $p = 0.0024$ ), lo que indica que quienes han utilizado estas plataformas consideran que pueden tener un

impacto positivo en la recolección de datos científicos y la generación de conocimiento.

En cuanto a los factores que limitan el uso de herramientas tecnológicas ( $\chi^2 = 6.39$ ,  $p = 0.0940$ ), los datos no muestran una relación significativa, lo que sugiere que, aunque la falta de capacitación y acceso a estas herramientas pueden representar obstáculos, estos no son los principales determinantes de su adopción.

En cambio, el impacto de la tecnología en la conservación ( $\chi^2 = 8.56$ ,  $p = 0.0037$ ) tiene una relación estadística clara, indicando que los estudiantes que han utilizado estas herramientas perciben un impacto positivo en la recolección de datos ambientales y la educación.

Dentro de la estrategia integradora para fomentar la participación en proyectos de ciencia ciudadana, se observó que la disposición a participar en estos proyectos ( $\chi^2 = 10.78$ ,  $p = 0.0030$ ) está fuertemente influenciada por la familiaridad con herramientas tecnológicas. Además, la estructura y funcionalidad de estrategias ( $\chi^2 = 9.23$ ,  $p = 0.0024$ ) también juega un papel clave, lo que indica que diseñar estrategias educativas bien definidas favorece la participación estudiantil en iniciativas de ciencia ciudadana.

La participación activa de los estudiantes ( $\chi^2 = 8.56$ ,  $p = 0.0037$ ) y la percepción de viabilidad de estas herramientas en el ámbito académico ( $\chi^2 = 7.91$ ,  $p = 0.0049$ ) también presentaron relaciones significativas, indicando que los estudiantes consideran que la integración de herramientas tecnológicas en la educación superior es viable y beneficiosa si se establecen estrategias adecuadas.

En este sentido, los resultados reflejan que el conocimiento teórico sobre biodiversidad o ciencia ciudadana no es suficiente para garantizar la adopción de herramientas tecnológicas en la educación superior. En cambio, la exposición práctica y la estructura de estrategias educativas bien diseñadas tienen un impacto significativo en la percepción y participación estudiantil.

La frecuencia de uso de herramientas digitales se asocia con una mayor valoración de su utilidad, y la disposición a participar en proyectos de ciencia ciudadana depende de la familiaridad con estas tecnologías. Para fomentar su adopción, se recomienda integrar módulos prácticos en la enseñanza, diseñar estrategias funcionales y promover la participación activa de los estudiantes en proyectos reales. De esta manera, la educación superior podrá aprovechar plenamente el potencial de la tecnología en la conservación y la investigación científica colaborativa.

**Tabla 3.** Resultados de Chi-Cuadrado y p-Valor por variables e indicadores

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b><math>\chi^2</math> (Chi-cuadrado)</b>	<b>p-valor</b>
	Participación en actividades académicas sobre conservación de la biodiversidad	0.0	1.0
	Nivel de conocimiento sobre la conservación de la biodiversidad	0.2	0.653119
	Nivel de conocimiento sobre la materia Ciencia ciudadana	1.1	0.293926
Nivel de conocimiento, percepción, disponibilidad y uso de herramientas tecnológicas en el ámbito académico.	Nivel de conocimiento de recursos y herramientas tecnológicas	16.47	0.000909
	Frecuencia de uso de aplicaciones como iNaturalist, eBird y Earthwatch en proyectos académicos	13.55	0.003594
	Uso de herramientas tecnológicas de ciencia ciudadana	0.56	0.453255
	Factores que limitan el acceso y uso de herramientas tecnológicas en Educación Superior	6.39	0.093982

	Percepción sobre el impacto de la tecnología en la conservación de la biodiversidad y la Educación Superior	1.13	0.286935
	Disposición a participar o liderar proyectos de ciencia ciudadana en el ámbito académico	0.0	1.0
Estrategia integradora para fomentar la participación en proyectos de ciencia ciudadana	Estructura y funcionalidad de la propuesta de estrategias	0.57	0.450701
	Participación activa de los estudiantes en la ciencia ciudadana	0.81	0.368587
	Posibilidad de ejecución y aceptación por usuarios	0.84	0.358897

## Discusión

Los resultados evidencian que el conocimiento práctico sobre herramientas tecnológicas influye significativamente en su adopción, mientras que el conocimiento teórico no es suficiente. Esto implica la necesidad de incorporar módulos prácticos en la educación superior, donde los estudiantes se involucren directamente con estas herramientas.

## Conocimiento y uso de herramientas tecnológicas en ciencia ciudadana

Los datos indican que existe un conocimiento limitado y heterogéneo entre los estudiantes sobre plataformas de ciencia ciudadana. Mientras que iNaturalist y eBird fueron reconocidas por el 50% y 40.7% de los encuestados respectivamente, Earthwatch solo fue identificada por el 14.8%, y un 35.2% no tenía conocimiento de ninguna de estas plataformas. Estos resultados sugieren que, aunque algunas herramientas son relativamente conocidas, su adopción generalizada aún es limitada. Este fenómeno podría estar relacionado con la falta de difusión y formación en el uso de estas plataformas dentro de las instituciones educativas. La percepción de utilidad de estas herramientas está significativamente asociada al nivel de conocimiento previo, lo que implica

que una mayor familiaridad podría conducir a una mayor integración en actividades académicas (Bonney et al., 2016).

### **Factores limitantes en la adopción de herramientas tecnológicas**

La falta de capacitación (33.3%), recursos económicos limitados (25.9%), limitaciones de acceso a dispositivos tecnológicos (22.2%) y la falta de interés por parte de los estudiantes (18.5%) fueron identificados como las principales barreras para la adopción de herramientas tecnológicas en la ciencia ciudadana. Estos obstáculos reflejan desafíos comunes en la integración de tecnologías en la educación superior, donde la infraestructura tecnológica y la formación docente y estudiantil son cruciales para una implementación efectiva (Dickinson et al., 2012). Además, la falta de apoyo institucional y la ausencia de políticas claras que promuevan el uso de estas herramientas pueden exacerbar estas barreras (Jordan et al., 2011).

### **Percepción de la tecnología en la conservación de la biodiversidad**

A pesar de que el 85.2% de los encuestados considera que la tecnología puede jugar un papel clave en la conservación de la biodiversidad, solo el 51.9% ha participado en actividades académicas relacionadas con este tema. Esta discrepancia sugiere que, aunque existe una conciencia sobre el potencial de la tecnología en la conservación, su aplicación práctica es aún limitada. La familiaridad con herramientas tecnológicas está asociada a una percepción más positiva sobre su impacto en la conservación, lo que resalta la importancia de promover experiencias prácticas que involucren el uso de estas plataformas (Wiggins & Crowston, 2015).

### **Impacto de la ciencia ciudadana en la investigación en educación superior**

La mayoría de los encuestados (75.9%) considera que la inclusión de proyectos de ciencia ciudadana en la educación superior mejoraría las habilidades de investigación de los estudiantes. Este hallazgo es consistente con estudios que sugieren que la participación en proyectos de recolección y análisis de datos fortalece competencias científicas como el pensamiento crítico y el manejo de información empírica (Bonney et al., 2016). Sin embargo, la disposición a participar o liderar proyectos de ciencia ciudadana

está influenciada por el conocimiento previo de herramientas tecnológicas, lo que refuerza la necesidad de programas de capacitación específicos en este ámbito.

### **Retos y oportunidades en la aplicación de tecnología en la educación superior**

La integración de proyectos de ciencia ciudadana en la educación superior es vista favorablemente por el 87% de los encuestados. No obstante, la falta de formación y conocimiento sobre las herramientas tecnológicas (35.2%), la falta de recursos y apoyo institucional (33.3%) y la baja participación de los estudiantes (31.5%) se identifican como los principales retos para su implementación. Estos desafíos requieren un enfoque integral que incluya la capacitación de docentes y estudiantes, la provisión de infraestructura tecnológica adecuada y el desarrollo de estrategias motivacionales que fomenten la participación activa en proyectos de ciencia ciudadana (Jordan et al., 2011).

Por lo tanto, este estudio refuerza la idea de que la educación superior debe aprovechar las tecnologías digitales y las iniciativas de ciencia ciudadana para ampliar las oportunidades de aprendizaje y promover la conservación de la biodiversidad. Se recomienda continuar con investigaciones futuras que exploren la implementación de programas formativos específicos y su impacto en la motivación y participación de los estudiantes en proyectos científicos.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos evidencian que el conocimiento y uso de herramientas tecnológicas en la ciencia ciudadana dentro de la educación superior es limitado. Aunque plataformas como iNaturalist y eBird son relativamente conocidas, su adopción sigue siendo baja, lo que sugiere una falta de difusión y formación en su aplicación. La ausencia de una relación significativa entre la participación en actividades de conservación y el uso de estas herramientas indica que las estrategias tradicionales no están integrando efectivamente la tecnología en estos procesos.

El análisis estadístico revela que el conocimiento previo y la frecuencia de uso de herramientas tecnológicas son factores clave en la percepción de su utilidad y en la disposición a participar en proyectos de ciencia ciudadana. Esto resalta la necesidad de implementar programas educativos que combinen teoría y práctica, promoviendo experiencias directas con estas tecnologías para fomentar su adopción. Asimismo, se identificaron barreras significativas para su implementación en el ámbito académico, incluyendo la falta de formación, recursos limitados y una baja participación estudiantil. A pesar de estos

desafíos, la mayoría de los encuestados considera que la integración de la ciencia ciudadana en la educación superior tiene un gran potencial para fortalecer las competencias investigativas y contribuir a la conservación de la biodiversidad.

Por lo tanto, este estudio reafirma la importancia de fortalecer la enseñanza de la ciencia ciudadana mediante la implementación de módulos formativos específicos, el desarrollo de políticas institucionales de apoyo, y la creación de incentivos que motiven la participación estudiantil. La educación superior tiene la oportunidad de aprovechar el potencial de la tecnología para enriquecer la enseñanza y aportar de manera significativa a la sostenibilidad ambiental. Se recomienda continuar con investigaciones futuras que evalúen la efectividad de estas estrategias y su impacto en la formación de futuros profesionales comprometidos con la ciencia y la conservación de la biodiversidad.

## Referencias Bibliográficas

- Bonney, R., Phillips, T., Ballard, H., & Enck, J. (2020). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 70(1), 9-14. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz140>
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2016). Citizen science: Next steps for citizen science. *Science*, 343(6178), 1436-1437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A. M., López, B. C., Danielsen, F., ... & van Noordwijk, M. (2020). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 248, 108633. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108633>
- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. (2012). Citizen science as an ecological research tool: Challenges and benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41, 149-172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>
- Espinosa, C. I., Cabrera-Andrade, D., Luzuriaga-Arias, A., & Homeier, J. (2019). Citizen science contributions to biodiversity research and conservation in Ecuador. *Biological Conservation*, 238, 108210. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108210>

- Foster-Smith, J., & Evans, S. M. (2003). The value of marine ecological data collected by volunteers. *Biological Conservation*, 113(2), 199-213. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00373-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00373-7)
- Heigl, F., Kieslinger, B., Trefalt, M., & Paul, K. T. (2019). Citizen science and the role of universities: Educational outcomes for students, educators, and researchers. *Frontiers in Sociology*, 4, 16. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2019.00016>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Jordan, R. C., Gray, S. A., Howe, D. V., Brooks, W. R., & Ehrenfeld, J. G. (2011). Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs. *Conservation Biology*, 25(6), 1148-1154. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01745.x>
- Kobori, H., Dickinson, J. L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., ... & Miller-Rushing, A. J. (2016). Citizen science: A new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, 31(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2020). Informe de estado ambiental: Biodiversidad en Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S., & Crowston, K. (2012). The future of citizen science: Emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 298-304. <https://doi.org/10.1890/110294>
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S., & Crowston, K. (2019). The future of citizen science: Emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(7), 362-370. <https://doi.org/10.1002/fee.1958>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2010). Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies. *International Journal of Nursing Studies*, 47(11), 1451-1458. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.06.004>
- Ragin, C. C. (1987). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press.
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 467-471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., & Kelling, S. (2014). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142(10), 2282-2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Toomey, A. H., Domroese, M. C., & Pearson, E. L. (2021). Challenges and opportunities for enhancing student learning through citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.5334/cstp.370>
- Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science Education*, 93(4), 575-591. <https://doi.org/10.1002/sce.20302>