

# CIENCIA ABIERTA EN ECUADOR

CAMINOS HACIA LA TRANSPARENCIA,  
INCLUSIÓN Y SOSTENIBILIDAD

Julio Guerra   Miguel Naranjo-Toro  
Andrea Basantes-Andrade   Mónica Meneses



**UTN**



CIENCIA **ABIERTA** EN ECUADOR:  
CAMINOS HACIA LA TRANSPARENCIA, INCLUSIÓN Y SOSTENIBILIDAD



**COLECCIÓN  
PEDAGÓGICA**



# CIENCIA ABIERTA EN ECUADOR

CAMINOS HACIA LA TRANSPARENCIA,  
INCLUSIÓN Y SOSTENIBILIDAD

**Julio Guerra**  
**Miguel Naranjo-Toro**  
**Andrea Basantes-Andrade**  
**Mónica Meneses**



## CRÉDITOS

### Edita

**Editorial Universidad Técnica del Norte**  
**Av. 17 de Julio, 5-21**  
**y Gral. José María Córdova**  
**Campus El Olivo**  
**IBARRA - IMBABURA - ECUADOR**  
**www.utn.edu.ec**  
**editorial@utn.edu.ec**



### Autores

#### **Julio Guerra, Msc.**

Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0001-5278-719X>  
jeguerra@utn.edu.ec

#### **Miguel Naranjo-Toro, PhD.**

Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0001-6521-1405>  
menaranjo@utn.edu.ec

#### **Andrea Basantes-Andrade, PhD.**

Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2126>  
avbasantes@utn.edu.ec

#### **Mónica Meneses, Msc.**

Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
mamenesesb@utn.edu.ec

### Revisión de estilo

#### **Silvia Arciniega Hidrobo, Msc.**

srarciniega@utn.edu.ec  
Universidad Técnica del Norte

### Logotipo de la colección

#### **Julian Posada, Msc.**

Oficina de Diseño de la Editorial UTN

### Pares revisores externos

#### **María Luisa García Rodríguez, PhD.**

malugaro@usal.es  
Universidad de Salamanca, España

#### **Maricarmen Caldeiro, PhD.**

mcarmen.caldeiro@usc.es  
Universidad Santiago de Compostela, España

#### **Andrea Margarita López López, Msc.**

amlopezl3@espe.edu.ec  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

#### **Ureña Aguirre Jeanette Del Pilar, Msc.**

jdp.urena@uta.edu.ec  
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

### Ilustración de portada

#### **Julio Guerra Massón, Msc.**

### Dirección de Arte y Diseño Gráfico

#### **Albert Arnavat, PhD.**

Oficina de Diseño de la Editorial UTN

### Asistente de diagramación

#### **Adrián Hurtado**

Estudiante de Publicidad  
Oficina de Diseño de la Editorial UTN

### Grupo de Investigación



### © de esta edición:

**Editorial Universidad Técnica del Norte**

© de los textos e imágenes:

**Sus respectivos autores**

**1ª edición, digital: Septiembre de 2025**

**e-ISBN: 978-9942-572-14-1**

**DOI: 10.53358/libfica/KQUS7757**

**2ª edición, impresa: Octubre de 2025**

**ISBN: 978-9942-572-15-8**

**Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin la previa autorización escrita de la Editorial Universidad Técnica del Norte**

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA ABIERTA</b>	<b>17</b>
Conceptos básicos	21
Acceso abierto	21
Datos abiertos	23
Recursos educativos abiertos	24
Colaboración abierta	25
Participación ciudadana en la Ciencia Abierta	26
Importancia de la Ciencia Abierta en el contexto global y en Ecuador	28
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>DATOS ABIERTOS Y GESTIÓN RESPONSABLE DE DATOS</b>	<b>31</b>
Principios FAIR para la gestión de datos	33
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA</b>	<b>39</b>
Repositorios de datos y publicaciones	43
Acceso abierto y licencias	43
Redes de conectividad y acceso	46
Herramientas y plataformas de colaboración	52
Interoperabilidad de sistemas	55

Guía rápida para el uso del protocolo OAI-PMH para investigadores	57
Almacenamiento y preservación digital	61
Capacitación y apoyo técnico	63
Propuesta para repositorio digital unificado de investigaciones realizadas por las IES públicas y privadas de Ecuador	64
Introducción y justificación	64
Estructura y funcionalidad del repositorio	66
Consideraciones para la arquitectura del repositorio	66
Interfaz de usuario (UI)	68
Organización de datos	70
Estructura de la información	70
Proceso de carga y gestión de contenidos	71
Proceso de carga de contenidos para investigadores	71
Descarga y uso de los recursos	73
Visualización en línea	73
Citación y referencias	74
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>MARCO LEGAL Y POLÍTICO EN ECUADOR</b>	<b>77</b>
Análisis de la ley orgánica de educación superior y el reglamento de educación superior como instrumento para justificar la Ciencia Abierta	79
Desarrollo de políticas institucionales específicas para la Ciencia Abierta	83
Criterios de acreditación y sus efectos sobre la implementación efectiva de la Ciencia Abierta en Ecuador	84
Desconexión entre la investigación y las necesidades locales	86
Academia de Ciencias Ecuatoriana	88
Objetivos de la Academia de Ciencias Ecuatoriana	89
Políticas de acceso abierto VS Sistema de educación ecuatoriano	90
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>FINANCIACIÓN Y SOSTENIBILIDAD PARA LA CIENCIA ABIERTA</b>	<b>95</b>
Financiamiento para la Ciencia, Tecnología e Innovación en Ecuador: un Análisis del proyecto eCIT	97
Potencial del proyecto eCIT para financiar la Ciencia Abierta	98
Costos por considerar para la implementación de CA en las IES Ecuatorianas	100
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>CULTURA Y EDUCACIÓN EN INVESTIGACIÓN</b>	<b>107</b>
Base legal de la investigación en Ecuador	109
Alineaciones de las leyes y reglamentos sobre la investigación en Ecuador con la Ciencia Abierta	113

Estudio bibliométrico de la producción científica de investigadores en Ecuador	114
Actitudes y prácticas de los investigadores ecuatorianos hacia la CA	121
Propuesta para incentivar la implementación de procesos de Ciencia Abierta (CA) en Ecuador	122
Cambios necesarios en la cultura académica para adoptar la Ciencia Abierta	124
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>ÉTICA Y RESPONSABILIDAD EN LA CIENCIA ABIERTA</b>	<b>127</b>
Rigor Científico y Ciencia Abierta	131
Equilibrio entre transparencia y privacidad	134
Privacidad de datos y Ciencia Abierta	135
Medidas técnicas y jurídicas para la protección de datos	136
Conducta responsable en la investigación	143
Principios éticos fundamentales en la Ciencia Abierta	143
Garantías a los investigadores al abrir sus datos: un dilema ético y práctico	144
<b>CAPÍTULO VIII</b>	
<b>IMPACTO EN LA SOCIEDAD Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA</b>	<b>153</b>
El rol de la Ciencia Abierta en la mejora de la participación ciudadana y el gobierno abierto	155
Ciencia ciudadana	158
Co-creación de conocimiento	162
Revisión por pares abierta	164
Participación en decisiones de políticas científicas	166
Involucramiento en proyectos de gobierno abierto	167
<i>Crowdsourcing</i> de ideas y recursos	169
Adaptación del <i>Crowdsourcing</i> a la realidad ecuatoriana	170

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Casos de aplicación de nuevas infraestructuras en Universidades de América latina	18
FIGURA 2. Portada del volumen 1 de la revista científica <i>Philosophical Transactions</i>	20
FIGURA 3. Formas en las que la ciudadanía contribuye a la ciencia	27
FIGURA 4. Casos de aplicación de nuevas infraestructuras en Universidades de América latina	42
FIGURA 5. Esquema del funcionamiento de las licencias abiertas	44
FIGURA 6. Proyectos que promueven el acceso abierto a internet	47
FIGURA 7. Protocolos y redes abiertas	50
FIGURA 8. Pasos para la implementación de redes MESH en Ecuador	51
FIGURA 9. Logo de GitHub	53
FIGURA 10. Logo de OSF	54
FIGURA 11. Logo de Zenodo	55
FIGURA 12. Pasos para realizar la configuración de repositorio como Data Provider en OAI-PMH	59
FIGURA 13. Harvester para recolectar metadatos	60
FIGURA 14. Estrategias y planes para la preservación digital de datos	61
FIGURA 15. Interfaz de inicio del repositorio digital unificado	68
FIGURA 16. Categorización temática por disciplinas	70
FIGURA 17. Instituciones claves para la financiación de la CA en Ecuador	99
FIGURA 18. Instituciones claves para la financiación de la CA en Ecuador	101
FIGURA 19. Evolución en la producción investigativa ecuatoriana desde 1970 a nuestros días	116
FIGURA 20. Gráfica comparativa entre artículos ecuatorianos publicados Vs citados del periodo 2013-2023	117
FIGURA 21. Gráfica comparativa entre artículos ecuatorianos publicados Vs citados del periodo 2013-2023	118
FIGURA 22. Modelos de publicación Open Access preferidos por los investigadores ecuatorianos	120
FIGURA 23. Etapas de evaluación de apertura de datos y la mitigación de riesgos de privacidad	135
FIGURA 24. Principales medidas de protección de datos utilizados en la CA	137
FIGURA 25. Valores fundamentales integrados a la CA	144
FIGURA 26. Elementos Clave de la Citación	147
FIGURA 27. Pasos para implementar la ciencia ciudadana en una localidad	158
FIGURA 28. Fases de revisión por partes abierta	165

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Definiciones de Ciencia Abierta	19
TABLA 2.	Comparativa entre diferentes definiciones del concepto de datos abiertos	23
TABLA 3.	Principio Findable según la gestión de datos FAIR	34
TABLA 4.	Principio accesible según la gestión de datos FAIR	35
TABLA 5.	Principio interoperable según la gestión de datos FAIR	36
TABLA 6.	Principio reusable según la gestión de datos FAIR	36
TABLA 7.	Tipos de licencia abierta	45
TABLA 8.	Tecnologías de acceso abierto	49
TABLA 9.	Características relevantes de la plataforma OSF	54
TABLA 10.	Etapas del protocolo OAI-PMH y su descripción	56
TABLA 11.	Definición semántica del Dublin Core Simplificado	58
TABLA 12.	Consideraciones para la construcción de un repositorio digital unificado	67
TABLA 13.	Interfaz de inicio del repositorio digital unificado	69
TABLA 14.	Tipología de documentación presente en el repositorio	71
TABLA 15.	Flujo del proceso de carga de datos al repositorio digital unificado	72
TABLA 16.	Formas de financiamiento al programas de Ciencia Abierta de la Utrecht	96
TABLA 17.	Elementos de gastos primarios, secundarios y tercerarios indispensables para la implementación de la CA	102
TABLA 18.	Instrumentos legales que enmarcan y regulan la investigación en Ecuador	111
TABLA 19.	Criterios de búsqueda utilizados en Scopus para el análisis bibliométrico sobre la investigación en los últimos 50/10 años producida en Ecuador	115
TABLA 20.	Estrategias y aspectos sugeridos para impulsar la aplicación de CA en Ecuador	123
TABLA 21.	Aspectos legales a incluir en algunos instrumentos normativos nacionales, indispensables para la introducción de la CA en Ecuador	142
TABLA 22.	Criterios y estado de los datos para ser citables	146
TABLA 23.	Condiciones previas a la implementación del sistema de citas para datos abiertos	147
TABLA 24.	Estrategias para la correcta difusión de conocimiento a la ciudadanía según la CA	157

P

# PRESENTACIÓN

**E**l conocimiento es la base fundamental del desarrollo sostenible y equitativo de las sociedades, donde la ciencia se presenta como una propuesta audaz de cambio. Este libro nace de la necesidad de repensar cómo se produce, comparte y utiliza el conocimiento científico en Ecuador, un país cuya diversidad cultural y natural exige enfoques innovadores y accesibles para resolver sus desafíos más acuciantes.

A lo largo de estas páginas, nos adentramos en el mundo de la Ciencia Abierta, explorando sus principios fundamentales, su importancia en el contexto global y, especialmente, en nuestra realidad nacional. Abordamos las oportunidades y retos fundamentales que presenta su implementación, desde la infraestructura tecnológica necesaria hasta los modelos de financiación y sostenibilidad que pueden hacer posible su adopción en las instituciones de educación superior. Además, analizamos críticamente cómo la Ciencia Abierta puede ser un impulso para el cambio, permitiendo una mayor participación ciudadana en la investigación científica y en la toma de decisiones sobre políticas públicas. Desde la co-creación de conocimiento hasta la revisión por pares abierta, proponemos modelos que democratizan el acceso a la ciencia y aseguran su relevancia. Discutimos también los aspectos éticos y legales que deben acompañar la apertura de datos y resultados de investi-

gación, asegurando que se mantenga el equilibrio entre la transparencia y la protección de la privacidad

Este libro es un llamado a la acción para académicos, investigadores, responsables de políticas públicas, financiadores, y la sociedad en general, destacando la necesidad de un cambio de paradigma hacia una ciencia más inclusiva, ética y comprometida con el bienestar social. Al final de este recorrido, presentamos propuestas concretas para su implementación en Ecuador, adaptadas a nuestras leyes, reglamentos y particularidades culturales. La expectativa es que este libro sirva como una herramienta práctica y teórica para todos aquellos que creen que el conocimiento debe ser un bien común, accesible a todos, y que están dispuestos a trabajar por un futuro en el que la ciencia sea un medio para la equidad, la innovación y el progreso sostenible.

Invitamos al lector a acompañarnos de manera crítica en este viaje hacia una nueva forma de hacer ciencia, donde la apertura, la colaboración y la responsabilidad son los ejes centrales. Que este libro sea un comienzo para el cambio, inspirando a investigadores, docentes, estudiantes y ciudadanos a unirse al movimiento global de Ciencia Abierta, y a contribuir, desde sus trincheras, a la construcción de un Ecuador más justo, informado y conectado con el mundo.

I

# INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA ABIERTA



# Introducción a la Ciencia Abierta

La Ciencia Abierta (CA), como un concepto revolucionario en el ámbito de la investigación científica representa un compromiso intrínseco con la transparencia, la accesibilidad y la colaboración sin fronteras. Esta filosofía se basa en la premisa de que el conocimiento generado por la investigación debe ser accesible para todos. En esencia, la CA promueve la democratización del conocimiento, asegurando que los datos, las metodologías y los resultados de las investigaciones sean compartidos de manera libre, abierta y que facilita la replicabilidad y verificación de los estudios científicos y potencia la innovación sin restricciones. Su definición puede ser multifacética, ya que integra varios elementos esenciales; veámos algunos de ellos mostrados en la Figura 1.

**Figura 1**  
*Elementos de la Ciencia Abierta*



Ahora, veamos algunas de las definiciones y contextualizaciones del término aportadas por varias organizaciones, donde se emplean diferentes enfoques considerando los elementos anteriormente mencionados (Tabla 1).

**Tabla 1**  
*Definiciones de la Ciencia Abierta*

Organización	Año	Definición
Budapest Open Access Initiative	2002	Disponibilidad libre de la literatura científica en internet, permitiendo a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar los textos completos de estos artículos. Aunque se centra en el acceso abierto a publicaciones, es de alta importancia para el movimiento de Ciencia Abierta.
Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities	2003	Conocimiento científico y cultural accesible a todos sin barreras, que propone el uso de internet para promover un sistema de acceso abierto, para que la información se comparta libremente y se facilite la colaboración global.
Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition	2013	Marco para la investigación que promueve la apertura de todos los aspectos del proceso de investigación, fomentando la transparencia, la colaboración y la accesibilidad, con el objetivo de maximizar el impacto del trabajo científico.
Foster Open Science	2015	Práctica de investigación que se basa en la transparencia, accesibilidad y replicabilidad de la investigación científica. Este enfoque pone un fuerte énfasis en la capacidad de reproducir los resultados de investigación, lo cual es crucial para la integridad científica.
Comisión Europea	2018	Movimiento hacia la apertura de todo el proceso de investigación: desde el diseño experimental, los datos y métodos de investigación, hasta la difusión de los resultados y su reutilización por otros investigadores y el público en general, enfatizando la transparencia y la accesibilidad en cada etapa del proceso científico.
Open Science Policy Platform	2021	“Una nueva forma de hacer investigación que promueve la apertura y el intercambio de conocimientos, prácticas y datos a través de tecnologías digitales, permitiendo una mayor transparencia y participación en el proceso científico.”
Recomendaciones de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta	2021	Un conjunto de principios y prácticas que pretenden que la investigación científica de todos los campos sea accesible a todo el mundo en beneficio de los científicos y de la sociedad en su conjunto, destacando el uso de licencias abiertas para compartir publicaciones, datos, software y hardware, promoviendo una producción de conocimiento inclusiva, equitativa y sostenible.

Nota: Elaboración propia basada en (Nardi, 2021).

Cada una de estas definiciones aporta matices únicos al concepto de Ciencia Abierta, reflejando la evolución del pensamiento en torno a cómo la investigación científica puede y debe ser compartida en un mundo interconectado. La convergencia de estas perspectivas subraya la importancia de un enfoque inclusivo y colaborativo en la generación y difusión del conoci-

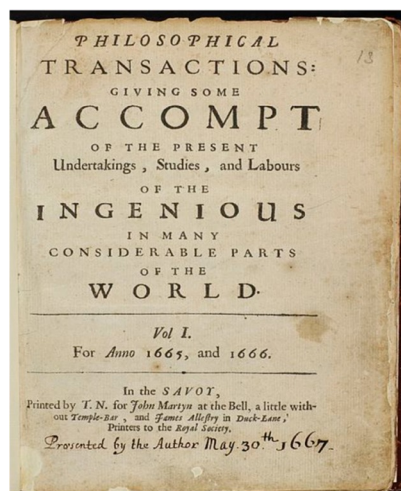
miento. Al adoptarlas, se convierten en una maquinaria fundamental para una mayor inclusividad y equidad en la producción y diseminación del conocimiento científico. Este enfoque es especialmente relevante en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), donde la ciencia y tecnología juegan roles cruciales en la resolución de desafíos globales.

## Contexto histórico de la Ciencia Abierta

La Ciencia Abierta, tal como la entendemos hoy, es el resultado de una evolución histórica que se ha desarrollado a lo largo de siglos. Este movimiento, aunque moderno en su forma actual, tiene raíces profundas en la tradición de compartir conocimientos que ha caracterizado la práctica científica desde sus inicios. La historia de la Ciencia Abierta puede rastrearse hasta el siglo XVII, cuando se fundaron las primeras revistas científicas, como "Philosophical Transactions" de la Royal Society de Londres en 1665. Estas publicaciones fueron concebidas como un medio para compartir descubrimientos y fomentar la discusión abierta entre los científicos, estableciendo un precedente para la transparencia y la comunicación en la investigación. A lo largo del siglo XX, especialmente en las décadas de 1960 y 1970, el acceso a la literatura científica comenzó a ser visto como un derecho fundamental. Con el crecimiento de la comunidad científica y el aumento de las publicaciones, surgieron preocupaciones sobre las barreras financieras que limitaban el acceso al conocimiento. Este periodo vio el nacimiento de los primeros repositorios institucionales y las primeras iniciativas de acceso abierto, como el proyecto "arXiv" en 1991, que permitió a los físicos compartir sus prepublicaciones de manera gratuita.

### Figura 2

*Portada del volumen 1 de la revista Philosophical Transactions, 1667*



El siglo XXI marcó un punto de referencia al desarrollo de la Ciencia Abierta con la publicación de tres declaraciones que consolidaron los principios del acceso abierto. Primero con la iniciativa llamada Budapest Open Access Initiative impuesta en el año 2002, misma que estableció el marco conceptual del acceso abierto, proponiendo la libre disponibilidad de la literatura científica en internet. Luego en 2003 con la Declaración de Berlín sobre el acceso abierto del conocimiento en las Ciencias y Humanidades, cuyo objetivo era el de reforzar la importancia de hacer accesible el conocimiento científico y cultural a través de internet. En el mismo año, el Bethesda Statement on Open Access Publishing definió criterios claros para las publicaciones de acceso abierto, subrayando la necesidad de que los resultados de la investigación sean accesibles sin restricciones.

UNESCO ha jugado un papel crucial en la promoción de la CA a nivel global. En 2021, con la adopción de la Recomendación sobre Ciencia Abierta, que proporcionó un marco internacional para la implementación de prácticas de investigación que subrayan en la necesidad de que el conocimiento sea accesible, inclusivo y equitativo y la de compartir los resultados de la investigación, los datos, las metodologías y las herramientas utilizadas en el proceso científico.

El avance de la tecnología digital ha sido un iniciador fundamental para la CA. Las plataformas en línea, las bases de datos de acceso abierto y las herramientas colaborativas han transformado la manera en que los científicos comparten y acceden a la información. Herramientas como GitHub, Zenodo y el Open Science Framework (OSF) han facilitado la gestión y difusión de datos, códigos y resultados de manera abierta y colaborativa. Hoy en día, la Ciencia Abierta enfrenta la necesidad de infraestructura adecuada, políticas de apoyo, y un cambio cultural hacia la apertura que son esenciales para su implementación efectiva. Al mismo tiempo, ofrece la promesa de una investigación más inclusiva, colaborativa y transparente, beneficiando a la comunidad científica, sino a la sociedad en su conjunto.

## Conceptos básicos

### Acceso abierto

El concepto de Acceso Abierto (AA) ha sido definido de diversas formas, reflejando la evolución del movimiento y su creciente importancia en la ciencia moderna. Según la Iniciativa de Acceso Abierto de Budapest (2002), el acceso abierto se refiere a la disponibilidad libre de la literatura científica en internet, permitiendo a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar los textos completos de estos artículos, rastrearlos

para indexación, pasarlos como datos a software, o utilizarlos para cualquier otro propósito legal, sin barreras financieras, legales o técnicas distintas de las que implican el acceso a internet mismo. De manera similar, la Declaración de Berlín sobre el Acceso Abierto al Conocimiento en las Ciencias y Humanidades (2003) define el AA como un modelo de publicación donde los trabajos científicos son accesibles gratuitamente a través de internet, permitiendo que cualquier usuario los lea, descargue, copie, distribuya, imprima, busque o enlace a los textos completos de estos artículos, y los utilice para cualquier otro propósito legítimo, sin barreras económicas, legales o técnicas.

La Declaración de Bethesda sobre la Publicación de Acceso Abierto (2003) añade que para que una publicación se considere de acceso abierto, debe ser accesible de forma gratuita en internet, y el autor o titular de los derechos debe conceder a todos los usuarios una licencia irrevocable para copiar, usar, distribuir, transmitir y mostrar el trabajo públicamente y para hacer y distribuir trabajos derivados, en cualquier formato digital para cualquier propósito responsable, sujeto a la adecuada atribución de autoría. Por su parte, la Recomendación de la UNESCO (2021) define el AA como la provisión de acceso inmediato y gratuito en línea a trabajos académicos y otros materiales de investigación, que incluye la posibilidad de descargar, copiar, distribuir, imprimir y buscar libremente estos materiales. Esta definición pone énfasis en la eliminación de las barreras financieras y en la maximización de la accesibilidad y el uso del conocimiento científico.

La Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition (SPARC) (2011) describe el AA como el modelo mediante el cual los artículos científicos se hacen disponibles en línea sin coste alguno para el lector, permitiendo la libre distribución y uso de la información, siempre que se reconozca adecuadamente a los autores. Este enfoque destaca la importancia de la licencia abierta y el reconocimiento de los derechos de autor mientras se promueve la accesibilidad. Del mismo modo, la Public Library of Science (PLoS), una de las principales editoriales de acceso abierto, define el AA como la disponibilidad gratuita de la literatura científica en internet, permitiendo a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar los textos completos de estos artículos, y utilizarlos para cualquier otro propósito legítimo, sin barreras financieras, legales o técnicas (Barbour, 2006).

Estas definiciones, aunque varían en detalle, convergen en la idea central de que el acceso abierto busca eliminar las barreras que limitan el acceso al conocimiento científico, permitiendo una difusión más amplia y equitativa de la información. El acceso abierto es fundamental para la Ciencia Abierta, ya que facilita la transparencia, la reproducibilidad y la colaboración en la investigación científica.

## Datos abiertos

El concepto de Datos Abiertos es fundamental en el ámbito de la CA, ya que promueve la transparencia, la accesibilidad y la reutilización de los datos generados por la investigación científica, permitiendo la verificación de resultados, la replicabilidad de estudios y la generación de nuevo conocimiento a partir de datos existentes. Este concepto se ha desarrollado y planteado por diferentes organizaciones que promueven la CA con diferentes enfoques, que comparten varios puntos en común y enfatizan en la importancia de la accesibilidad de los datos para cualquier persona, sin barreras significativas. El acceso libre permite la reutilización y redistribución de los datos, promoviendo un entorno donde la información puede circular sin restricciones. Coinciden además en que los datos deben estar disponibles públicamente y ser reutilizables de forma abierta, con el fin de facilitar la transparencia y la generación de nuevo conocimiento. Si existen restricciones, estas deben ser mínimas, como la atribución adecuada o la compartición en igualdad de condiciones (Open Handbook; Eur-LEX; ODC; Unesco, Sparc). En este sentido, se presentan la siguiente tabla que define el enfoque, semejanzas y diferencias entre las definiciones planteadas por cada organización, para mayor comprensión del concepto. (Tabla 2)

**Tabla 2**

*Tabla comparativa entre diferentes definiciones del concepto de datos abiertos*

Organización que plantea la definición	Enfoque principal	Semejanzas	Diferencias
Open Knowledge Foundation	Accesibilidad sin restricciones económicas, legales o técnicas.	Libre uso, reutilización y redistribución	Énfasis en la eliminación de restricciones económicas, legales y técnicas.
Declaración de Datos Abiertos de la Unión Europea	Accesibilidad e interoperabilidad.	Libre uso y distribución, accesibilidad, y reutilización.	Mayor detalle en la descripción de características específicas de los datos, como "utilizables por máquinas" y "no propietarios".
International Open Data Charter (ODC)	Promoción de la innovación, eficiencia y transparencia.	Libre acceso, reutilización y redistribución.	Enfoque en la promoción de la innovación y la eficiencia.
Recomendación de la UNESCO sobre Ciencia Abierta	Colaboración y avance científico mediante la accesibilidad y reutilización de datos.	Énfasis en la reutilización y accesibilidad.	Introduce el concepto de datos FAIR (encontrables, accesibles, interoperables, reutilizables).
Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition (SPARC)	Eliminación de barreras para promover un entorno de investigación abierto y colaborativo.	Libre uso, reutilización y redistribución.	Se centra en la eliminación de barreras para el acceso a los datos.

Cada organización contribuye con un enfoque particular que refuerza diferentes aspectos del concepto de Datos Abiertos, desde la accesibilidad técnica y legal hasta la promoción de la innovación y la eficiencia en la utilización de los datos.

## Recursos educativos abiertos

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación que están en el dominio público o han sido publicados con una licencia abierta que permite su libre uso, adaptación y distribución. Este concepto se ha desarrollado y promovido por varias organizaciones e iniciativas a lo largo de los años, desde su acuñamiento en el 2002 por la UNESCO destacando su importancia en la democratización del conocimiento.

Por ejemplo, la Fundación Hewlett, una de las principales defensoras del movimiento de REA, define estos recursos como recursos educativos, didácticos y de investigación que pertenecen al dominio público o han sido puestos a disposición bajo licencias abiertas, las cuales autorizan a los usuarios su uso, adaptación y redistribución gratuita (Atkins, 2007). Este destaca cómo los REA pueden contribuir a la equidad educativa y al acceso global a una educación de calidad, resalta la accesibilidad y la libertad de modificar y distribuir los recursos, facilitando una educación más inclusiva y equitativa.

La Declaración de París sobre Recursos Educativos Abiertos (2012), por su parte establece que los REA son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación que están disponibles libremente para todos, sin costo alguno, y que permiten su reutilización, modificación y redistribución, acentuando la importancia de la accesibilidad y la adaptabilidad de los recursos educativos para mejorar la calidad y la eficacia de la educación en todo el mundo. La Commonwealth of Learning (COL) describe los REA como materiales de aprendizaje que están disponibles para uso gratuito y abierto por educadores y estudiantes, eliminando las barreras de acceso a la educación. UNESCO (2015) Este pone énfasis en la eliminación de barreras económicas y legales que pueden restringir el acceso a los materiales educativos, promoviendo una educación abierta y accesible.

Finalmente, la Iniciativa de Recursos Educativos Abiertos del MIT define los REA como programas completos de estudio, unidades didácticas, manuales académicos, materiales audiovisuales, evaluaciones, aplicaciones informáticas y demás recursos, insumos o metodologías orientados a facilitar el acceso al conocimiento (OER, 2024). Esta definición amplia incluye una variedad de recursos y herramientas que pueden ser utilizados libremente en contextos educativos, destacando la diversidad y la utilidad de los REA.

Se puede visualizar la evolución del término y el concepto con ciertas variaciones y ampliaciones, aun así, mantienen la idea central de que los Recursos Educativos Abiertos deben ser accesibles, utilizables y reutilizables por todos sin barreras significativas, ya que facilitan la diseminación del conocimiento y la colaboración educativa a nivel global, promoviendo una educación más inclusiva y equitativa.

## Colaboración abierta

La colaboración abierta promueve una forma de trabajar en la investigación que trasciende las barreras institucionales, geográficas y disciplinarias. Esta colaboración implica la participación y el intercambio de conocimientos entre diversos actores, incluyendo científicos, instituciones, industrias y el público en general. Aquí se presentan diversas definiciones y perspectivas sobre la colaboración abierta.

La Open Knowledge Foundation (2009) la define como el proceso mediante el cual múltiples individuos o grupos trabajan juntos para crear y compartir conocimiento, utilizando plataformas y herramientas que permiten la participación abierta y equitativa, destacando la importancia de las plataformas digitales que facilitan la cooperación y la co-creación de conocimiento en un entorno abierto. Además, la definición del OSPP de la Comisión Europea (2018), muestra la necesidad de un entorno de investigación colaborativo que apoye la transparencia y el acceso equitativo al conocimiento, ya que considera que colaboración abierta es una estrategia que fomenta la transparencia y la inclusión en el proceso de investigación, permitiendo que diferentes actores contribuyan, compartan y utilicen los datos y resultados de forma libre y abierta.

Asimismo, la UNESCO, en su Recomendación sobre Ciencia Abierta (2021), define la colaboración abierta como un enfoque que promueve la participación inclusiva y equitativa de todos los actores relevantes en la creación y uso del conocimiento científico, facilitando la cooperación internacional y la interdisciplinariedad, logrando contribuir y abordar problemas globales mediante el aprovechamiento del conocimiento colectivo y la diversidad de perspectivas.

La colaboración abierta implica compartir recursos, fomentar un entorno de aprendizaje en el que los individuos puedan colaborar y contribuir al desarrollo del conocimiento, sin barreras de acceso (MIT OCW, 2015), Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition también habla de la importancia de la colaboración abierta, definiéndola como una práctica que permite a investigadores de todo el mundo trabajar juntos de forma abierta y transparente, compartiendo datos, metodologías y resultados para avanzar en la ciencia de manera más eficiente y efectiva. Poniendo énfasis en el valor de la apertura para acelerar el progreso científico y maximizar el impacto de la investigación (FLACSO, 2015).

El Open Source Initiative (OSI) (2023) proporciona una perspectiva adicional, definiendo la Colaboración Abierta como el principio que guía el desarrollo de software de código abierto, donde comunidades de desarrolladores colaboran para crear y mejorar software que es accesible y utilizable por cualquier persona. Aunque centrada en el software, esta definición resalta el

poder de la colaboración abierta para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. En este sentido, estas definiciones conservan la idea central de que la colaboración abierta implica un proceso inclusivo y participativo en el que múltiples actores contribuyen y comparten conocimientos libremente. La colaboración abierta es esencial para la Ciencia Abierta, ya que facilita la creación de redes de conocimiento, promueve la interdisciplinariedad y fortalece la capacidad colectiva para enfrentar desafíos complejos y globales.

### **Participación ciudadana en la Ciencia Abierta**

La participación ciudadana en la Ciencia Abierta, también conocida como ciencia ciudadana (CC), representa la inclusión y colaboración de los ciudadanos como participantes activos en el proceso de investigación científica y como receptores pasivos de conocimiento. Este principio se fundamenta en la democratización del conocimiento y la inclusión de perspectivas diversas de los actores implicados para abordar problemas complejos. A continuación, se explora este concepto en profundidad, considerando su importancia, formas de implementación y beneficios.

La participación ciudadana en la ciencia abierta tiene una influencia significativa sobre los procesos mediante los cuales se desarrolla la investigación científica. Según la UNESCO (2023), la participación de los ciudadanos en la ciencia promueve la transparencia, la responsabilidad y la inclusión, permitiendo que el conocimiento científico sea más relevante y accesible para la sociedad en su conjunto, fomentando un sentido de propiedad y compromiso con la ciencia entre los ciudadanos.

Existen diversas formas en las que los ciudadanos pueden participar en la investigación científica. Algunas de las más comunes se incluye en la Figura 3.

**Figura 3**

*Formas en las que la ciudadanía contribuye a la ciencia*



- La recolección de datos es una manera en que los ciudadanos pueden colaborar en los proyectos científicos; se puede hacerlo mediante la observación de fenómenos naturales, el monitoreo ambiental o la recopilación de información sanitaria. Por ejemplo, proyectos como eBird permiten a los observadores de aves de todo el mundo registrar sus avistamientos, contribuyendo a una base de datos global sobre la biodiversidad.

- El análisis de datos en la participación de los ciudadanos sucede cuando individuos con diversas habilidades ayudan a interpretar y analizar grandes conjuntos de datos. Proyectos como Galaxy Zoo invitan a los ciudadanos a clasificar galaxias en imágenes del espacio, aportando a la investigación astronómica.

- Los ciudadanos pueden ser co-creadores de proyectos científicos, trabajando junto a investigadores para diseñar y llevar a cabo estudios en diferentes áreas según sus intereses. Esta colaboración puede mejorar la relevancia y el impacto de la investigación, asegurando que se aborden preguntas importantes para la comunidad.

- La ciencia ciudadana también implica la difusión del conocimiento y la educación científica, donde los ciudadanos participan en la comunicación de los resultados de la investigación y en la promoción de la alfabetización científica en sus comunidades.

La integración de los ciudadanos en la investigación científica ofrece múltiples beneficios, tanto para la ciencia como para la sociedad como el aumento de la transparencia y la confianza, debido a que la participación ciudadana puede aumentar la transparencia del proceso científico, mejorando la confianza del público en la ciencia y en las instituciones científicas. Según estudios de PLOS Biology (2018), involucrar a los ciudadanos en la ciencia puede reducir la percepción de que la ciencia es inaccesible o elitista. Permitir a los ciudadanos aportar conocimientos y experiencias locales, enriquecen la investigación, haciendo que los estudios sean más relevantes y aplicables a contextos específicos. Además, puede proporcionar a los ciudadanos oportunidades de aprendizaje y desarrollo de habilidades en áreas como la recolección y análisis de datos, el uso de tecnologías y la comunicación científica.

A pesar de sus beneficios, la participación ciudadana en la Ciencia Abierta también enfrenta varios desafíos. Es importante considerar cuestiones como la calidad y la validez de los datos recolectados, la formación y el apoyo necesarios para que los participantes puedan contribuir efectivamente, y la gestión de expectativas y la comunicación clara de los roles y responsabilidades de los ciudadanos y los científicos.

## **Importancia de la Ciencia Abierta en el contexto global y en Ecuador**

La Ciencia Abierta se ha consolidado en la evolución del conocimiento científico, promoviendo principios de transparencia, accesibilidad y colaboración. Su importancia se manifiesta en múltiples niveles, desde el impacto global hasta las particularidades del contexto ecuatoriano.

En el ámbito global, la CA ha sido una herramienta fundamental hacia la democratización al conocimiento científico. Como se menciona en la Recomendación para la CA de la ONU (2021) varias instituciones internacionales concuerdan en que el acceso libre y equitativo a la información científica es esencial para alcanzar los ODS, puesto que promueven la innovación y la resolución de problemas a nivel mundial al facilitar la replicabilidad y verificación de investigaciones y acelera la transferencia de conocimientos y tecnologías entre países y disciplinas, rompiendo barreras que históricamente han limitado la ciencia.

Así también, la Ciencia Abierta fomenta la colaboración internacional, permitiendo que científicos de diferentes partes del mundo trabajen juntos en problemas comunes, puesto que, para enfrentar desafíos globales como el cambio climático, las pandemias y la sostenibilidad ambiental hace falta el trabajo y esfuerzo conjunto. La Comisión Europea (2018), a través de su po-

lítica de Ciencia Abierta, destaca cómo la apertura de datos y resultados científicos pueden conducir a una mayor eficiencia en la investigación, evitando duplicidades y maximizando los recursos disponibles. En un mundo donde la desinformación puede propagarse rápidamente, la transparencia y la accesibilidad por la que aboga la CA, juegan un papel crítico en la construcción de la confianza pública, ya que ofrece una manera de garantizar que los datos y resultados científicos sean comprensibles para el público general, propiciando la creación de una cultura de confianza y respeto hacia el conocimiento y la ciencia.

En el contexto ecuatoriano, la CA tiene un papel particularmente significativo debido a las condiciones y desafíos propios del país. Ecuador, como muchas naciones en desarrollo, enfrenta limitaciones en términos de acceso a recursos científicos y tecnológicos. La implementación de principios de Ciencia Abierta puede ayudar a mitigar estas barreras, proporcionando acceso a datos, publicaciones y recursos educativos que de otro modo serían inaccesibles para muchos investigadores y estudiantes ecuatorianos.

El marco legal y político en Ecuador, específicamente la Ley Orgánica de Educación Superior y el Reglamento de Educación Superior, presentan ciertas oportunidades al promover la investigación y la innovación e introduce desafíos relevantes para la adopción de la CA y establece requisitos de acreditación que pueden ser difíciles de cumplir si aplicamos estos criterios, por ejemplo, el publicar investigaciones focalizadas en problemas muy específicos de la comunidad en repositorios abiertos y no en revistas indexadas.

La CA tiene el potencial de fomentar la participación ciudadana enfocados a los avances de la ciencia en Ecuador, involucrando a las comunidades locales en proyectos de investigación que aborden problemas específicos de sus regiones. Contar con la perspectiva particular de la comunidad local en la generación de proyectos destinados al desarrollo del mismo, enriquece la investigación y empodera a las comunidades al hacerlas parte del proceso científico.

En este sentido, la adopción de la Ciencia Abierta en Ecuador puede contribuir a una mayor equidad en la educación, con el uso de los recursos educativos abiertos, como herramienta para mejorar la calidad de la educación en áreas rurales y remotas, donde el acceso a materiales educativos de calidad puede ser limitado. Estos recursos permiten a educadores y estudiantes acceder a información actualizada y relevante, que en consecuencia, mejoran los resultados educativos y fomentan una cultura de aprendizaje continuo.

En definitiva, la CA tiene importancia a nivel global y ofrece soluciones específicas y valiosas para el contexto ecuatoriano.

II

# DATOS ABIERTOS Y GESTIÓN RESPONSABLE DE DATOS



## Principios FAIR para la gestión de datos

Los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) son una guía fundamental para la gestión de datos en el contexto de la Ciencia Abierta y están orientados a mejorar la capacidad de descubrimiento, acceso y reutilización de los datos científicos. El concepto fue introducido formalmente en 2016 a través de un artículo publicado en la revista *Scientific Data*, titulado "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". Sus autores, liderados por Mark D. Wilkinson y otros científicos de diversos campos, buscaban establecer un conjunto de directrices que mejoraran la reutilización de los datos científicos.

El origen de FAIR surge de un creciente interés por la gestión adecuada de datos y la CA. Con el aumento exponencial de datos generados por la investigación científica, surgió la necesidad de desarrollar estándares que facilitaran el almacenamiento, descubrimiento, acceso e interoperabilidad de estos. Este crecimiento también coincidió con un impulso global hacia la transparencia y la accesibilidad del conocimiento, promovido por organizaciones internacionales como la UNESCO y la Unión Europea. Además, fueron desarrollados con el apoyo de diversas iniciativas internacionales, incluyendo el FORCE11 (Future of Research Communications and e-Scholarship), un grupo de trabajo interdisciplinario que reúne a investigadores, bibliotecarios, editores y financiadores para mejorar la infraestructura de la Ciencia Abierta y la co-

municación académica. Su desarrollo se impulsó por la necesidad de abordar la fragmentación en la gestión de datos, debido a que diferentes disciplinas y comunidades usaban estándares y prácticas particulares, que dificultaban su intercambio y reutilización. Los principios FAIR, por el contrario, proporcionan un marco común que puede adoptarse universalmente, a fin de mantener la coherencia y la eficiencia en la gestión de datos científicos.

Desde su introducción, los principios FAIR han sido adoptados ampliamente por organismos de financiamiento, instituciones académicas y repositorios de datos a nivel mundial, convirtiéndose en un estándar de facto para la gestión de datos, que guían a investigadores e instituciones en la creación de políticas y prácticas para asegurar la accesibilidad y utilidad de la información para los usuarios. Al hacerlo, se facilita la colaboración internacional y la interdisciplinariedad; dos pilares fundamentales para el avance de la ciencia en el siglo XXI.

A continuación se definen estos principios y sus peculiaridades y características enmarcadas en las tablas que prosiguen:

- **Findable (Localizable):** Los datos deben ser fácilmente localizables por humanos y sistemas automatizados. Esto se logra mediante la asignación de identificadores únicos y persistentes, como los DOI (Digital Object Identifier), y el uso de metadatos descriptivos que faciliten su búsqueda y descubrimiento. La idea se centra en que cualquier persona interesada, ya sea un investigador o un miembro del público, pueda encontrar fácilmente los datos o información relevante para su trabajo o interés. La Tabla 3 explica detalles más específicos de suma importancia del principio:

**Tabla 3**

*Principio Findable según la gestión de datos FAIR*

Findable (Localizable)			
	Asignación de Identificadores Únicos y Persistentes (PIDs)	Metadatos descriptivos y ricos	Registro en repositorios indexados
Guías para su uso o implementación	Utilizar identificadores como DOI (Digital Object Identifier) para cada conjunto de datos. Esto proporciona una referencia única y permanente que facilita la localización de los datos.	Incluir metadatos detallados que describan el contenido, la procedencia, la calidad y las condiciones de uso de los datos. Estos metadatos deben ser compatibles con los estándares establecidos en el campo específico de investigación.	Depositar los datos en repositorios que sean reconocidos y accesibles, asegurando que los registros de datos estén indexados y sean recuperables a través de motores de búsqueda.
	Estandarización de Metadatos	Uso de servicios de registro de datos	Capacitación en Metadatos
Estrategias e instrucciones para su eficiente aplicación	Adoptar estándares internacionales de metadatos como el DataCite Metadata Schema para garantizar la uniformidad y facilitar el intercambio de datos entre sistemas.	Inscribirse en servicios como ORCID, que proveen identificadores para datos, autores e instituciones, mejorando así la trazabilidad y la conexión entre diferentes elementos de la investigación.	Implementar programas de capacitación para investigadores y personal de apoyo en la creación y gestión de metadatos, asegurando que todos los datos compartidos sean fácilmente localizables.

- **Accessible (Accesible):** Una vez localizados, los datos deben ser accesibles y disponibles para su uso. Esto implica que los datos deben estar almacenados en un repositorio confiable y accesible, y que la documentación necesaria para entenderlos esté disponible. Además, los datos deben ser accesibles a través de protocolos estándar y abiertos, asegurando que no existan barreras innecesarias para su acceso, como restricciones de pago o la necesidad de equipos específicos. En la Tabla 4 se exponen características adicionales respecto a este principio.

**Tabla 4**  
*Principio accesible según la gestión de datos FAIR*

Accesible (Accesible)			
	Protocolos de Acceso estándar	Licencias claras y abiertas	Documentación completa
Guías para su uso o implementación	Utilizar protocolos de acceso estándar, como HTTP o FTP, que sean ampliamente aceptados y comprendidos. Los datos deben estar disponibles a través de interfaces de programación de aplicaciones (APIs) cuando sea posible.	Asegurar que los datos estén bajo licencias abiertas (como Creative Commons) que especifiquen claramente los derechos y restricciones de uso.	Proveer documentación exhaustiva que explique cómo acceder a los datos, incluyendo información técnica sobre los formatos de archivo y cualquier software necesario para utilizarlos.
	Evaluación de repositorios	Monitoreo de Acceso	Manejo de restricciones de acceso
Estrategias e instrucciones para su eficiente aplicación	Seleccionar repositorios de datos que cumplan con las normas de acceso abierto y que sean reconocidos por la comunidad científica.	Implementar herramientas para monitorear el acceso a los datos, asegurando que los enlaces y los permisos de acceso sean actualizados y gestionados adecuadamente.	Si existen restricciones de acceso (por ejemplo, por privacidad o seguridad), proporcionar mecanismos claros para solicitar acceso y condiciones bajo las que se pueden compartir los datos.

- **Interoperable (Interoperable):** Esta información debe ser compatible con otros conjuntos de datos y sistemas. Esto significa que los datos y los metadatos deben estar en formatos que sigan estándares reconocidos y que incluyan vocabularios y ontologías comunes. La interoperabilidad permite que los datos de diferentes fuentes se combinen y se utilicen juntos, lo que es indispensable para la integración de estos en investigaciones multidisciplinarias y colaborativas. Observemos otras propiedades en la Tabla 5.

**Tabla 5***Principio interoperable según la gestión de datos FAIR*

<b>Interoperable (Interoperable)</b>			
	<b>Uso de formatos de datos estándar</b>	<b>Vocabularios y ontologías comunes</b>	<b>Interfaces de programación de aplicaciones (APIs) abiertas</b>
Guías para su uso o implementación	Adoptar formatos de datos que sean reconocidos y utilizados ampliamente en la comunidad científica, como CSV, XML, o JSON.	Utilizar vocabularios controlados y ontologías estándar para describir los datos. Esto ayuda a mantener la consistencia en la descripción y facilita la integración de datos de diferentes fuentes.	Proveer APIs abiertas y bien documentadas para que los datos puedan ser accedidos y utilizados por otros sistemas y aplicaciones.
	<b>Participación en comunidades de estándares</b>	<b>Capacitación en interoperabilidad</b>	<b>Evaluación de compatibilidad</b>
Estrategias e instrucciones para su eficiente aplicación	Involucrarse en comunidades y grupos de trabajo que desarrollan y mantienen estándares de datos y metadatos, para asegurar la alineación con las mejores prácticas.	Capacitar a los investigadores y personal de soporte en el uso de herramientas y técnicas que aseguren la interoperabilidad de los datos.	Realizar evaluaciones periódicas de los datos y sistemas para asegurar que cumplen con los estándares de interoperabilidad y que pueden integrarse efectivamente con otros datos.

- **Reusable (Reutilizable):** Los datos deben estar disponibles para su reutilización en diferentes contextos. Para ello, los datos deben estar claramente documentados, con información sobre su origen, el proceso de recolección y cualquier otra información relevante que permita a otros investigadores evaluar su idoneidad para nuevos estudios. Además, los datos deben estar bajo licencias que permitan su reutilización, siempre que se respeten las condiciones de atribución y uso establecidas por los creadores originales. La Tabla 6 expresa otros rasgos a mayor detalle.

**Tabla 6***Principio reusable según la gestión de datos FAIR*

<b>Reusable (Reutilizable)</b>			
	<b>Documentación completa y rica</b>	<b>Licencias abiertas y claras</b>	<b>Metadatos detallados</b>
Guías para su uso o implementación	Incluir toda la información necesaria sobre el contexto del uso de los datos, incluyendo la metodología de recolección de datos, las condiciones experimentales, y cualquier otro factor relevante que pueda influir en la interpretación de los datos.	Asegurar que los datos estén bajo licencias abiertas que permitan su reutilización, especificando claramente las condiciones de atribución y cualquier restricción de uso.	Proveer metadatos detallados que faciliten la comprensión y el uso de los datos en nuevos contextos. Esto incluye descripciones detalladas de las variables, unidades de medida, y cualquier transformación de datos aplicada.
	<b>Revisión de licencias</b>	<b>Estandarización de la documentación</b>	<b>Promoción de repositorios reutilizables</b>
Estrategias e instrucciones para su eficiente aplicación	Revisar regularmente las licencias de los datos para asegurar que sean adecuadas para fomentar la reutilización, ajustando las licencias según sea necesario para maximizar la accesibilidad.	Desarrollar plantillas y estándares de documentación para asegurar que todos los conjuntos de datos compartidos incluyan la información necesaria para ser reutilizados adecuadamente.	Fomentar el uso de repositorios que almacenan datos, promueven y facilitan su reutilización, como Zenodo o Figshare.

Continuando con lo expuesto, un ejemplo notable de la aplicación de los principios FAIR es el proyecto Human Cell Atlas (HCA), una iniciativa internacional destinada a mapear y caracterizar todos los tipos de células humanas con el objetivo de crear un atlas comprensivo de la biología celular humana, utilizando datos de secuenciación genética, imágenes y otras técnicas avanzadas. El HCA utiliza identificadores persistentes para cada conjunto de datos y metadatos asociados, asegurando que los datos sean fácilmente localizables a través de plataformas como el European Genome-phenome Archive (EGA). Estos metadatos describen en detalle todas las variables y métodos utilizados, permitiendo a otros investigadores evaluar la idoneidad de los datos para nuevos estudios e incluyen también descripciones sobre el tipo de célula, su origen y condiciones experimentales, facilitando su búsqueda específica. El HCA almacena sus datos en repositorios abiertos como el EGA y el Data Coordination Platform (DCP), accesibles a través de protocolos estándar como HTTPS, bajo licencias abiertas que permiten su reutilización, mientras se cumplan las condiciones de atribución e incluyen manuales y guías destinadas a orientar a los usuarios en el acceso, comprensión y utilización de los recursos; brindando información sobre los protocolos experimentales, las condiciones de muestra y los métodos de procesamiento. El proyecto adopta formatos de datos estándar como HDF5 y CSV, y utiliza vocabularios controlados y ontologías estándar como la Ontología de Tipos Celulares, asegurando que sean compatibles con otros conjuntos de datos y plataformas, a fin de facilitar la integración y el análisis comparativo (HCA Organization, 2020).

III

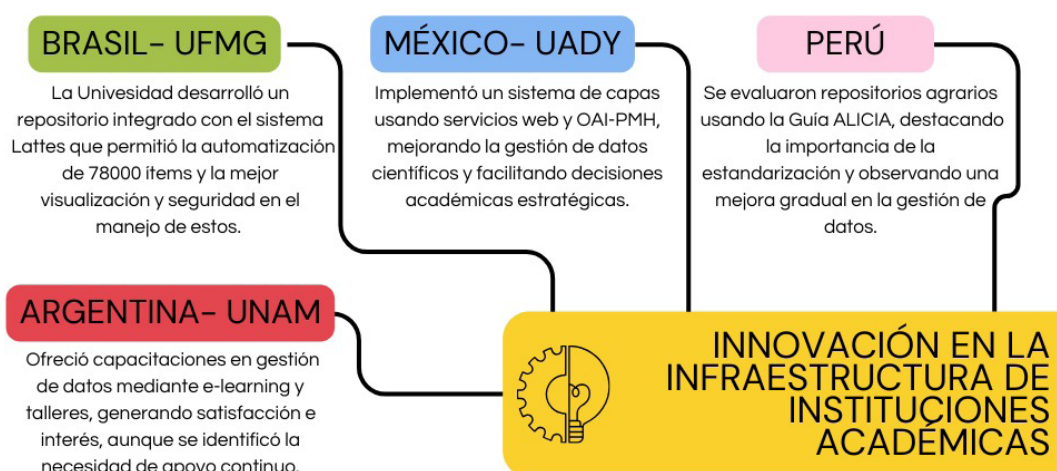
# INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA



## Infraestructura y tecnología

Diversas instituciones académicas han implementado estructuras innovadoras que han demostrado ser efectivas en mejorar la gestión, accesibilidad y visibilidad de la información científica, propios de la filosofía de la CA. Optimizar los flujos de trabajo dentro de las instituciones, al igual que facilitar la colaboración científica y el acceso abierto a la producción académica fue el propósito de ello. A continuación, la Figura 4 presenta ejemplos destacados de cómo se han aplicado estas estructuras y alguno de los resultados obtenidos.

**Figura 4**  
*Casos de aplicación de nuevas infraestructuras  
en Universidades de América latina*



La Universidad Federal de Minas Gerais en Brasil implementó un sistema automatizado que integró su Repositorio Institucional con la base de datos Lattes, lo que mejoró significativamente la visibilidad y la seguridad de su producción científica (ROAR, 2021). En México, la Universidad Autónoma de Yucatán desarrolló un sistema de capas que integra múltiples fuentes de datos mediante servicios web y el protocolo OAI-PMH, optimizando la toma de decisiones académicas (Guerrero-Sosa, 2020). En Perú, Aquino-Remigio et al. (2021) una evaluación de repositorios agrarios, basada en la Guía ALICIA, reveló avances importantes en la estandarización y seguridad de los datos, aunque aun queda camino por recorrer (Aquino-Remigio, 2021). La Universidad Nacional de Misiones en Argentina, por su parte, se enfocó en la capacitación de sus investigadores en la gestión de datos a través de plataformas de e-learning, destacando la necesidad de apoyo continuo para mejorar la adopción de estas prácticas (Armentano et al., 2023).

En un contexto más amplio, América Latina ha sido pionera en el desarrollo de una infraestructura colaborativa de acceso abierto desde la década de 1990, integrando repositorios y sistemas de información científica en toda la región. Sin embargo, la desigualdad lingüística y la falta de recursos sostenibles son obstáculos que muestran la necesidad de seguir fortaleciendo la infraestructura tecnológica regional para garantizar una mayor colaboración y accesibilidad dentro de la comunidad científica global (De Filippo & D`Onofrio, 2019).

Estos ejemplos ilustran cómo las universidades en la región han abordado los desafíos de la Ciencia Abierta, logrando mejorar la gestión de datos mientras promueve una mayor colaboración y accesibilidad en la comunidad

científica global.

De ahí que la implementación efectiva de la Ciencia Abierta depende en gran medida de la existencia y disponibilidad de una infraestructura tecnológica adecuada, robusta y accesible. Esta infraestructura es el cimiento que soporta actividades fundamentales como el acceso libre a datos, la colaboración internacional, la preservación digital y la interoperabilidad de sistemas y formatos universales. Contextualicemos un poco más al respecto.

## Repositorios de datos y publicaciones

Una de las piezas clave de la infraestructura para la Ciencia Abierta son los repositorios digitales, donde se almacenan, gestionan y distribuyen los datos de investigación, publicaciones y otros recursos educativos. Estos repositorios deben ser accesibles, seguros y capaces de manejar grandes volúmenes de datos. Además, es crucial que los repositorios soporten estándares abiertos y proporcionen servicios como la asignación de identificadores persistentes, o DOI por sus siglas en inglés, para garantizar la trazabilidad y la accesibilidad a largo plazo (UPCT, 2022).

Para que un repositorio digital cumpla con los parámetros requeridos y sea considerado un repositorio abierto, debe estar equipado con una serie de herramientas y componentes clave. Estos elementos aseguran que el repositorio sea accesible y se preserven de los datos y publicaciones científicas y al mismo tiempo promueva la transparencia, la reutilización y la interoperabilidad de los recursos que alberga.

### Acceso abierto y licencias

Un repositorio debe permitir el acceso abierto a sus contenidos, ello implica que cualquier persona pueda consultar y descargar los materiales sin barreras económicas o legales. Para lograr esto, es necesario que el repositorio integre un sistema de licencias abiertas, como Creative Commons, que especifique claramente los derechos de uso y reutilización de los contenidos almacenados. Las licencias deben seleccionarse con cuidado, ya que deben promover la máxima libertad de uso, garantizando a su vez la correcta atribución al autor original (CERLALC, 2018).

Las licencias abiertas son instrumentos legales, que especifican los derechos y obligaciones tanto del creador de una obra como de los usuarios de la misma, estas permiten a los creadores compartir su trabajo de manera que otros puedan usarlo, modificarlo y distribuirlo, bajo ciertas condiciones. Estas

licencias se utilizan ampliamente en la CA para facilitar el acceso y la reutilización de obras científicas, datos, software y recursos educativos. A diferencia de los derechos de autor tradicionales, que restringen el uso de una obra sin permiso explícito del titular, las licencias abiertas otorgan derechos anticipadamente a quien desee utilizarla. Estos derechos pueden incluir la capacidad de copiar, distribuir, modificar y crear obras derivadas, dependiendo de las condiciones establecidas por la licencia. Se puede decir que gracias a una licencia abierta, se impulsa una cultura de transparencia, colaboración y libre intercambio de conocimiento.

La Figura 5, presenta cómo funcionan las licencias abiertas.

### Figura 5

*Esquema del funcionamiento de las licencias abiertas*



- **Otorgamiento de derechos:** al aplicar una licencia abierta a su obra, el creador puede compartir su trabajo, estableciendo derechos y condiciones específicas acorde al tipo de licencia, para adaptarla a nuevos contextos o integrarla en otros proyectos.

- **Condiciones de uso:** aunque las licencias abiertas permiten un uso más amplio de las obras, también imponen condiciones que deben ser respetadas. Estas incluyen la atribución al autor original y, en algunos casos, restricciones sobre el uso comercial, pues hay casos en los que se exige que cualquier obra derivada se comparta bajo los mismos términos de la licencia original, a esto se le denomina "Copyleft".

- **Flexibilidad y opciones:** existen diferentes tipos de licencias abiertas (Tabla 7), cada una con su propio conjunto de permisos y restricciones. Esto ofrece a los creadores la posibilidad de elegir la licencia que mejor se adapte a sus objetivos y al uso que desean para su obra. Por ejemplo, algunas licencias permiten el uso comercial de la obra o la creación de obras derivadas de ella, mientras que otras lo prohíben.

**Tabla 7**  
*Tipos de licencia abierta*

Licencia	Descripción	Pros	Contras
<b>Creative Commons Atribución (CC BY)</b>	Permite a otros distribuir, remezclar, adaptar y construir sobre la obra, incluso comercialmente, siempre que acrediten la creación original.	Maximiza la difusión y el uso de la obra, incluyendo el uso comercial; fomenta la citación y el crédito.	Permite la explotación comercial, lo que puede no ser deseable para todos los creadores; requiere atribución en todos los casos.
<b>Creative Commons Atribución-Compartir Igual (CC BY-SA)</b>	Permite a otros remezclar, adaptar y construir sobre la obra incluso con fines comerciales, siempre que acrediten la creación original y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.	Promueve la compartición y adaptación mientras asegura que las obras derivadas también sean abiertas; apoya la cultura abierta.	Puede ser demasiado restrictiva para aquellos que desean licenciar derivados de manera diferente; puede limitar el potencial comercial.
<b>Creative Commons Atribución-Sin Derivadas (CC BY-ND)</b>	Permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre que se pase sin cambios y en su totalidad, con crédito al creador original.	Protege la integridad de la obra original al prohibir modificaciones; permite la distribución comercial.	Prohíbe modificaciones, lo que puede limitar la usabilidad y adaptación de la obra en diferentes contextos.
<b>Creative Commons Atribución- No Comercial (CC BY-NC)</b>	Permite a otros remezclar, adaptar y construir sobre la obra de manera no comercial, y aunque sus nuevas obras también deben reconocer la original y ser no comerciales, no tienen que licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.	Fomenta la compartición de obras creativas en un contexto no comercial; permite libertad en cómo se licencian las obras derivadas.	Restringe las oportunidades comerciales para obras derivadas; requiere una gestión cuidadosa de los términos no comerciales.
<b>Creative Commons Atribución-No-Comercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA)</b>	Permite a otros remezclar, adaptar y construir sobre la obra de manera no comercial, siempre que acrediten la creación original y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.	Fomenta la compartición y adaptación no comerciales; asegura que las adaptaciones permanezcan abiertas y no comerciales.	Limita el potencial de uso comercial; requiere que todas las adaptaciones se compartan bajo los mismos términos no comerciales.
<b>Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas (CC BY-NC-ND)</b>	Permite a otros descargar las obras y compartirlas con otros siempre que acrediten al autor, pero no pueden cambiarlas de ninguna manera ni usarlas comercialmente.	Proporciona una fuerte protección contra el uso comercial no autorizado y las modificaciones; permite la compartición.	Restringe tanto el uso comercial como las modificaciones, lo que puede limitar el impacto y la usabilidad más amplia de la obra.
<b>Licencia Pública General de GNU (GPL)</b>	Una licencia de software libre que garantiza a los usuarios finales la libertad de ejecutar, estudiar, compartir y modificar el software. Las obras derivadas también deben distribuirse bajo la misma licencia.	La fuerte protección copyleft asegura que todas las versiones modificadas también sean modificadas; apoya el movimiento del software libre.	Complejidad en el cumplimiento y la aplicación; puede ser demasiado restrictiva para algunos usos comerciales.
<b>Licencia MIT</b>	Una licencia de software libre permisiva que permite reutilizar el código para cualquier propósito, incluido uso comercial, si incluye el aviso de copyright y licencia en cualquier parte sustancial del código.	Altamente permisiva; fomenta el uso y adopción generalizada, incluyendo aplicaciones comerciales; cumplimiento simple.	No requiere que las modificaciones sean abiertas, lo que podría llevar a versiones propietarias; restricciones mínimas podrán reducir el crédito.
<b>Licencia Apache 2.0</b>	Una licencia de software libre permisiva que permite a los usuarios utilizar, modificar y distribuir libremente el software, con un enfoque en asegurar que las contribuciones al proyecto original permanezcan libres y abiertas.	Asegura que las contribuciones al proyecto original permanezcan abiertas; fuerte enfoque en la transparencia y colaboración.	Lenguaje legal complejo; requiere que los cambios significativos estén documentados; puede ser restrictiva para usos comerciales.
<b>Dedicación de Dominio Público (CC0)</b>	Permite a los creadores renunciar a todos los derechos y colocar su obra en el dominio público, permitiendo a otros usar, modificar y distribuir la obra sin restricciones.	Maximiza la libertad para los usuarios; ideal para obras destinadas a estar disponibles libremente para todos sin restricciones.	No ofrece protección legal para el creador original; no se puede controlar cómo se usa o atribuye la obra.

Nota. Obtenido de la Infografía del BBVA (2015) *What are open source licences?*. UNESCO (2024). Las licencias Creative Commons

- Promoción de la reutilización y la innovación: las licencias abiertas facilitan la reutilización de las obras, lo que promueve la innovación y el progreso científico. Al permitir que otros construyan sobre trabajos ya existentes y los recursos derivados de ellos, se acelera el desarrollo y se evita la duplicación de esfuerzos.

- Compatibilidad e interoperabilidad: en proyectos colaborativos que involucran múltiples fuentes, contar con licencias abiertas que sean compatibles entre sí resulta de gran ayuda, especialmente si estas están diseñadas para ser interoperables, como las de Creative Commons, facilitando la integración de recursos de diversas procedencias.

- Protección legal: las licencias abiertas proporcionan un marco legal que protege tanto a los creadores como a los usuarios. Los creadores mantienen ciertos derechos, como la atribución, mientras que los usuarios pueden usar la obra bajo las condiciones establecidas sin infringir la ley.

### **Redes de conectividad y acceso**

La conectividad a internet de alta velocidad es importante cuando se busca implementar la Ciencia Abierta, ya que facilita el acceso a datos, publicaciones y herramientas de colaboración en línea. En muchas regiones, incluido Ecuador, la infraestructura de red puede ser insuficiente o desigual, especialmente en áreas rurales. Esto crea una brecha digital que limita la participación equitativa. Por lo tanto, es vital invertir en mejorar la infraestructura de conectividad, asegurando que todos los investigadores y ciudadanos tengan acceso a internet confiable y de alta velocidad.

En cuanto a las Iniciativas para el acceso abierto a internet, podemos mencionar el caso de San Antonio - Texas, donde se plantearon estrategias para expandir el acceso a internet en comunidades desatendidas, integrando esfuerzos de gobiernos locales, empresas privadas (como AT&T), y organizaciones sin fines de lucro (Shepherd, 2012). Estas iniciativas, financiadas en parte por fondos federales, han ayudado a reducir la brecha digital, proporcionando acceso a internet de alta velocidad a precios asequibles e incluso acceso gratuito en algunos casos. Este tipo de proyectos es ejemplar para asegurar que todos los ciudadanos puedan participar en la educación y la investigación en línea, apoyando así los principios de Ciencia Abierta.

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) están intrínsecamente relacionados con el acceso abierto a internet. Iniciativas como las impulsadas por la UNESCO, promueven el uso de REA para garantizar que todos los estudiantes y educadores tengan acceso a materiales educativos de alta calidad, independientemente de su ubicación y abogan por la disponibilidad de recursos

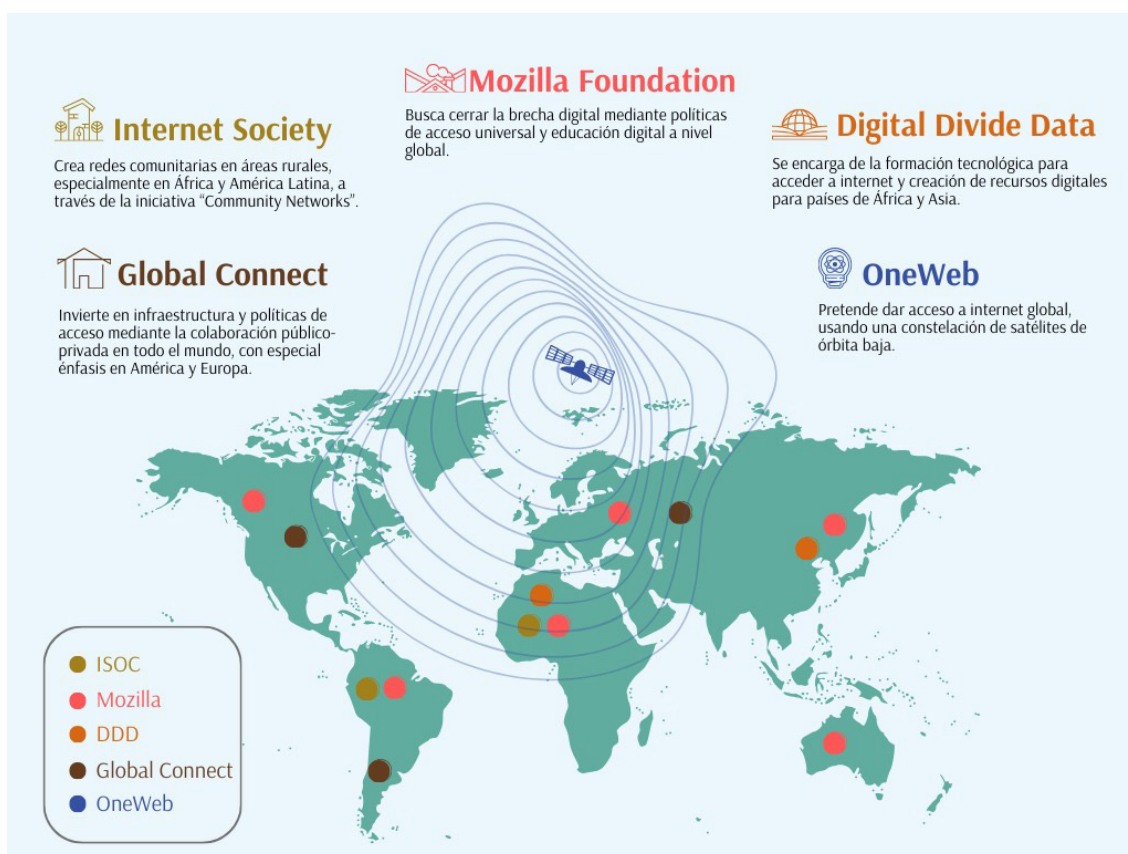
educativos y la creación de infraestructura necesaria para acceder a ellos, incluyendo la conectividad a internet.

Plataformas como RedCLARA en América Latina a través de CEDIA en Ecuador, proporcionan la infraestructura necesaria para soportar proyectos de e-Ciencia y Ciencia Abierta. Estas redes avanzadas de conectividad permiten que las instituciones académicas y de investigación compartan grandes volúmenes de datos de manera eficiente y segura. Además, son esenciales para integrar a países como Ecuador en iniciativas científicas internacionales de CA, como la European Open Science Cloud (EOSC), la cual proporciona acceso a recursos informáticos avanzados y facilita la colaboración internacional en ciencia de datos.

Existen varias fundaciones y proyectos dedicados a proporcionar acceso abierto a internet, especialmente en comunidades desatendidas y áreas rurales. A continuación, se detallan algunas de estas en la Figura 6.

### Figura 6

*Proyectos que promueven el acceso abierto a internet*



La pedagogía disruptiva está en constante evolución y adaptación a las nuevas tendencias y necesidades educativas. Bajo este enfoque, los docentes y los educadores se convierten en facilitadores de aprendizaje, en lugar de simples transmisores de información. Esto requiere una actualización constante

de sus conocimientos y habilidades, así como una actitud abierta y flexible hacia el cambio. La pedagogía disruptiva implica una revisión crítica de los contenidos y métodos tradicionales de enseñanza, para adaptarlos a las necesidades específicas de cada contexto educativo.

La Internet Society (ISOC) (2022) es una organización sin fines de lucro que trabaja para asegurar que el internet sea abierto, conectado a nivel global, seguro y confiable para todos. Uno de sus principales esfuerzos es el programa Community Networks, que apoya la creación de redes comunitarias en áreas rurales y desatendidas, proporcionando acceso a internet a través de soluciones tecnológicas sostenibles y gestionadas por las propias comunidades.

Mozilla Foundation promueve la defensa de un internet abierto y accesible para todos. La fundación apoya iniciativas que buscan cerrar la brecha digital, incluyendo la promoción de políticas para el acceso universal y la inversión en redes comunitarias que proporcionan conectividad en áreas remotas. También se centra en la educación digital y la promoción del uso de software libre y abierto (Mozilla, 2024).

La Digital Divide Data (DDD) es una organización social que busca transformar las vidas de personas de bajos ingresos en África y Asia mediante el acceso a empleo en tecnología. Además de proporcionar formación tecnológica, DDD trabaja en proyectos que facilitan el acceso a internet y recursos digitales en comunidades que carecen de infraestructura adecuada (World Bank Group, 2015).

El Global Connect Initiative lanzada por el Departamento de Estado de los Estados Unidos y otras organizaciones internacionales, su fin es llevar acceso a internet a 1.500 millones de personas en todo el mundo que aún no están conectadas. La iniciativa promueve la inversión en infraestructura, la colaboración público-privada y la creación de políticas que fomenten el acceso abierto y asequible a internet en todo el mundo (US Department of State, 2015).

Por último, el OneWeb es una constelación de satélites de órbita baja que busca proporcionar acceso a internet global (similar a Starlink) (American Satellite, 2024).

Para dar acceso abierto a internet en países en vías de desarrollo, como Ecuador, existen tecnologías y protocolos que pueden implementarse para garantizar una conectividad amplia y equitativa. A continuación en la tabla 8, se describen algunas de las tecnologías y protocolos más relevantes:

**Tabla 8***Tecnologías de acceso abierto*

<b>Tecnologías de Acceso Abierto</b>	<b>Descripción</b>
Redes Comunitarias (Community Networks)	Estas son redes de telecomunicaciones creadas, operadas y gestionadas por comunidades locales. Utilizan tecnologías de bajo costo y son altamente flexibles, adaptándose a las necesidades específicas de la comunidad. Las redes comunitarias suelen utilizar infraestructura inalámbrica, como Wi-Fi, para conectar a usuarios en áreas remotas.
Redes MESH	Las redes MESH permiten que múltiples dispositivos (nodos) se conecten entre sí de forma dinámica y redundante. Cada nodo en una red MESH puede comunicarse con otros nodos, creando una red de malla que asegura que la conexión se mantenga incluso si uno o más nodos fallan. Este tipo de red es especialmente útil en áreas rurales o de difícil acceso donde la infraestructura tradicional es escasa.
White Space Technology	Utiliza las frecuencias de televisión no utilizadas para proporcionar acceso a internet. Esta tecnología es especialmente útil en áreas rurales y remotas donde las frecuencias de televisión están infrautilizadas y pueden servir para transmitir datos a largas distancias.
Satélites de Órbita Baja (LEO - Low Earth Orbit Satellites)	Empresas como Starlink (de SpaceX) utilizan constelaciones de satélites de órbita baja para proporcionar acceso a internet en áreas remotas. Esta tecnología tiene el potencial de cubrir grandes áreas geográficas con una infraestructura mínima en tierra.

De igual manera para cualquier tecnología que brinde acceso abierto a internet es importante considerar los protocolos IP, protocolos de seguridad y redes para garantizar una conexión estable y segura. La Figura 7 presenta los protocolos IP y redes abiertas.

**Figura 7**  
*Protocolos y redes abiertas*

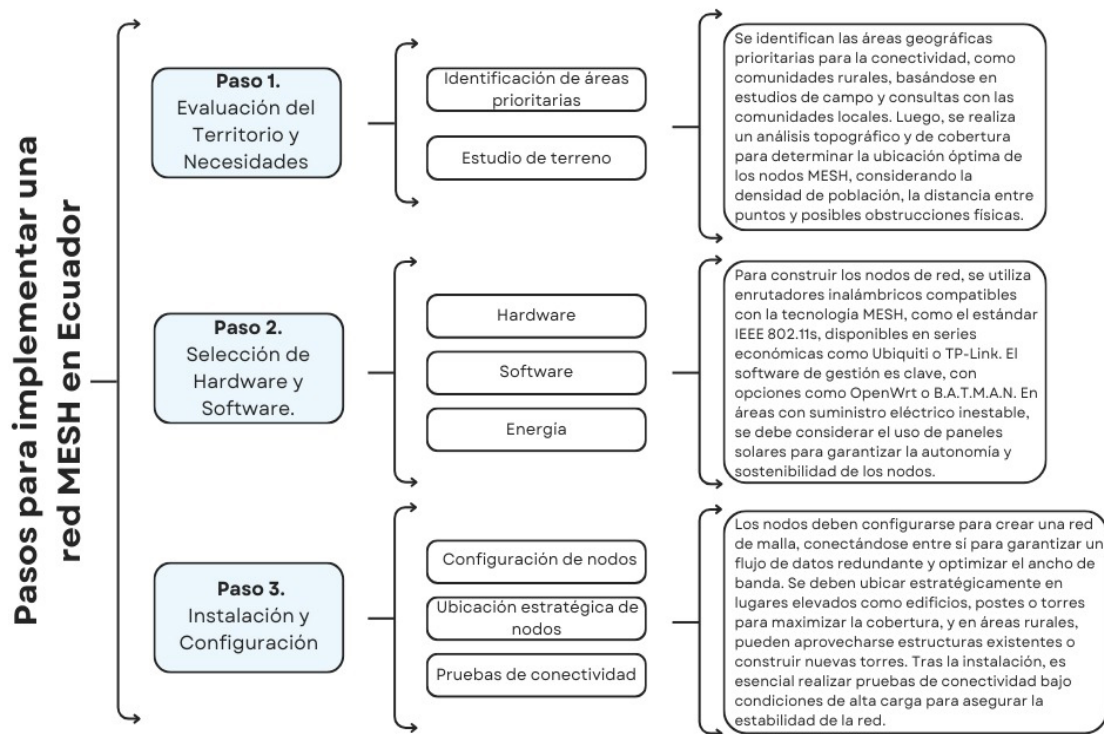


Asimismo es importante la implementación de protocolos de seguridad como las VPN (Virtual Private Network) que pueden ser utilizadas para proporcionar acceso seguro y privado a internet en áreas donde la conectividad es controlada o limitada. Este protocolo es especialmente útil en contextos donde la privacidad y la seguridad de los datos son una preocupación. A su vez, el protocolo TLS/SSL (Transport Layer Security/Secure Sockets Layer) utilizado para asegurar la comunicación a través de internet en conexiones de redes abiertas, protegiendo los datos transmitidos entre el usuario y el servidor.

Implementar redes MESH en Ecuador es una estrategia viable para proporcionar conectividad en áreas rurales y remotas donde la infraestructura de telecomunicaciones tradicional es limitada o inexistente. A continuación, en la Figura 8 se describen los pasos clave para poder implementar una red MESH en el contexto ecuatoriano:

**Figura 8**

*Pasos para la implementación de redes MESH en Ecuador*



El mantenimiento y soporte de esta red es una parte esencial para garantizar su operación continua y efectiva a largo plazo. Igualmente, para supervisar la salud de la red y el rendimiento de los nodos, es necesario implementar herramientas de monitoreo remoto, como el software de gestión de redes LibreMesh, que permite la supervisión y configuración remota de la red, lo cual asegura la detección temprana de problemas y optimiza el rendimiento de la red. Además, capacitar a miembros de la comunidad local en tareas básicas de mantenimiento, como la reparación de nodos y la resolución de problemas de conectividad con el objetivo de facilitar el soporte técnico inmediato y contribuir a la sostenibilidad de la red para empoderar a la comunidad en el mantenimiento y expansión de la red de manera autónoma. Mantener el software actualizado es otra tarea obligatoria, ya que protegen la red contra vulnerabilidades de seguridad, mejoran el rendimiento y la funcionalidad de la red, asegurando que esta se mantenga robusta frente a nuevos desafíos técnicos.

Por otro lado, la colaboración con el gobierno local, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y empresas privadas suponen mayor éxito para asegurar el financiamiento y el apoyo técnico necesario. Estas alianzas estratégicas favorecen la extensión de la red a otras áreas rurales y garantizan su sostenibilidad a largo plazo. Es necesario establecer un modelo de gobernanza comunitaria, donde los usuarios locales tengan voz en la gestión y expansión

de la red, fomenta el sentido de propiedad y responsabilidad, lo que aumenta las probabilidades de éxito y longevidad del proyecto.

Finalmente, después de la implementación de la red, realizar una evaluación del impacto socioeconómico, midiendo mejoras en la conectividad, el acceso a recursos educativos y la integración económica aportaría valor al proyecto, puesto que con base en estos resultados, se pueden planificar expansiones de la red MESH a otras áreas rurales o comunidades desatendidas, adaptando la tecnología y aplicando las lecciones aprendidas durante la primera fase de implementación.

En definitiva, implementar una red MESH en Ecuador requiere una planificación cuidadosa, recursos adecuados, y la colaboración de múltiples actores. Sin embargo, los beneficios a largo plazo, en términos de acceso equitativo a la información y la integración digital de comunidades rurales, pueden ser significativos. Existen proyectos ya ejecutados donde se ha implementado con éxito el uso de redes MESH para brindar acceso abierto a internet. Por ejemplo, Guifi.net (2009) es una de las redes comunitarias MESH más grandes del mundo, creada para proporcionar acceso a internet en áreas rurales de Cataluña. Este proyecto ha demostrado cómo una red gestionada por la comunidad puede crecer y ofrecer conectividad de alta calidad en áreas donde las grandes empresas no están dispuestas a invertir. De igual forma en las favelas de Río de Janeiro, se han implementado redes MESH para proporcionar acceso a internet en áreas de bajos recursos, mejorando el acceso a la educación y la información.

## **Herramientas y plataformas de colaboración**

Las plataformas de colaboración en línea, como GitHub, Open Science Framework (OSF) y Zenodo, son fundamentales para permitir el trabajo conjunto entre investigadores de diferentes geografías y disciplinas. Estas herramientas facilitan la gestión compartida de proyectos, la publicación de pre-prints, el almacenamiento y la gestión de datos, y la comunicación en tiempo real.

## Figura 9

*Logo de GitHub*



Nota. © 2024 GitHub, Inc.

GitHub (2019) es una plataforma de desarrollo colaborativo basada en la web que utiliza Git, un sistema de control de versiones distribuido y creada para desarrolladores de software. GitHub ha evolucionado, haciendo posible utilizarla también por científicos y académicos para gestionar proyectos de investigación, compartir código y colaborar en la creación de software científico. Permite a los usuarios crear repositorios (repos), que son espacios de almacenamiento para proyectos, dentro de ellos, los usuarios pueden alojar código fuente, documentos, datos y más, permitiendo el seguimiento de cambios a lo largo del tiempo mediante commits, registros de modificaciones realizadas a los archivos en el repositorio.

Una de las funciones más potentes de GitHub es el uso de branches (ramas), que ofrecen a los usuarios trabajar en diferentes versiones de un proyecto de manera simultánea sin afectar la rama principal (main branch), lo cual es útil para desarrollar nuevas características o corregir errores sin interrumpir el trabajo existente.

En este sentido, esta plataforma ayuda a los investigadores a colaborar entre múltiples usuarios a través de pull requests, al sugerir cambios que luego son revisados y fusionados con el proyecto principal por los mantenedores; gestionar tareas, realizar seguimiento de problemas y organizar el trabajo a través de issues y project boards, esencial para la gestión de proyectos científicos complejos; y, alojar sitios web estáticos directamente desde un repositorio para crear páginas de documentación de los proyectos de investigación.

GitHub es ampliamente utilizado por científicos para compartir y colaborar en código fuente de software científico, desarrollar algoritmos, y gestionar proyectos de investigación que requieren seguimiento de versiones. También se usa para publicar datos de investigación y scripts que pueden reutilizar otros investigadores.

## Figura 10

Logo de OSF



Nota. Licencia CC0 1.0 Universal

Open Science Framework (OSF) (2022) es una plataforma de colaboración gratuita y de código abierto diseñada específicamente para apoyar la Ciencia Abierta, ya que proporciona una infraestructura para compartir datos, gestionar proyectos, y colaborar en investigaciones de manera transparente y reproducible, mientras permite a los usuarios crear proyectos en los cuales pueden organizar y almacenar datos, análisis, protocolos, y cualquier otro material relacionado con su investigación. Los proyectos pueden ser públicos o privados, y los usuarios pueden invitar a colaboradores, asignarles roles específicos, y trabajar juntos en tiempo real. Revisemos otras características de la plataforma, Tabla 9.

**Tabla 9**

*Características relevantes de la plataforma OSF*

Características de la plataforma OSF		
Control de Versiones	Registro de Preprints	Integración con otras herramientas
Funciona con todos los archivos y documentos, para el seguimiento de cambios y permite recuperar versiones anteriores si es necesario.	Los investigadores pueden subir preprints (versiones preliminares de manuscritos) y hacerlos públicos antes de la revisión por pares, para una rápida difusión de resultados científicos.	se integra con una variedad de otras herramientas de Ciencia Abierta como GitHub, Dropbox, Google Drive, y Mendeley, permitiendo a los usuarios centralizar su trabajo en un solo lugar.

En resumen, OSF es útil para la gestión de proyectos de investigación desde la planificación hasta la publicación de resultados. Los investigadores lo utilizan para garantizar la transparencia y reproducibilidad, compartir datos y métodos, y colaborar con otros investigadores a nivel mundial.

## Figura 11

*Logo de Zenodo*



Nota. Creative Common Attribution Share-Alike 4.0 International (CC-BY-SA)

Zenodo es un repositorio digital de acceso abierto creado por el CERN en colaboración con la Comisión Europea. Zenodo permite a los investigadores almacenar, compartir y citar datos de investigación, software, y otros materiales académicos, proporcionando un espacio para la preservación de estos recursos. Además, permite a los usuarios subir cualquier tipo de material académico, desde artículos y preprints hasta conjuntos de datos y software. Cada elemento subido recibe un DOI (Digital Object Identifier) único, lo que facilita su citación y referencia en publicaciones científicas. La plataforma es ampliamente utilizada por investigadores para almacenar y compartir datos de investigación, publicar resultados preliminares, y garantizar la preservación a largo plazo de sus materiales científicos. Su integración con GitHub también lo convierte en una herramienta ideal para la publicación y preservación de software científico (Codina, 2019).

La adopción y el uso efectivo de estas herramientas requieren acceso tecnológico, capacitación y soporte continuo para los usuarios.

## Interoperabilidad de Sistemas

Para que la Ciencia Abierta funcione de manera eficiente, los sistemas de gestión de datos y publicaciones deben ser interoperables. Esto significa que deben ser capaces de comunicarse y compartir información entre sí de manera fluida, utilizando estándares abiertos y vocabularios comunes. La interoperabilidad facilita la integración de datos de diferentes fuentes, permite la creación de redes de conocimiento más amplias y asegura que los datos sean reutilizables en múltiples contextos.

Para garantizar la interoperabilidad en la CA, uno de los protocolos más importantes y ampliamente utilizados es el OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting), cuyo objetivo es asegurar que los repositorios digitales, bibliotecas y otros sistemas de información científica puedan comunicarse entre sí, haciendo posible el intercambio y la recolección de metadatos (Subirats & Barrueco, 2003).

El OAI-PMH es un protocolo desarrollado por la Iniciativa de Archivos Abiertos (Open Archives Initiative) que permite a los servicios de recolección de metadatos (harvesters) obtenerlos de manera estándar, los registros de un repositorio o conjunto de datos y la interoperabilidad entre repositorios digitales, ya que permite que los metadatos se compartan de forma abierta y estandarizada. Este es particularmente importante porque facilita la agregación de datos y la creación de servicios que proporcionan acceso unificado a la información almacenada en múltiples repositorios dispersos geográficamente, debido a que funciona a través de un conjunto de solicitudes HTTP que permiten que un "harvester" (recolector) extraiga metadatos de un "data provider" (proveedor de datos) en un formato estándar (generalmente Dublin Core, un estándar común para la representación de metadatos). Este proceso se observa en la Tabla 10.

**Tabla 10**  
*Etapas de funcionamiento del OAI-PMH*

<b>Etapas OAI-PMH</b>	<b>Descripción</b>
Identificación del Repositorio	El harvester envía una solicitud al repositorio para obtener información básica sobre el repositorio y las capacidades de OAI-PMH, como los formatos de metadatos soportados y las políticas de cosecha.
Recolección de Metadatos	A través de solicitudes específicas, el harvester puede obtener registros de metadatos de los elementos almacenados en el repositorio. Estos metadatos pueden incluir información sobre artículos, datasets, imágenes, etc.
Filtrado por Fecha y Conjuntos	OAI-PMH permite que los harvesters realicen solicitudes de metadatos basadas en fechas específicas o conjuntos definidos, lo que permite una recolección más focalizada. Por ejemplo, un harvester podría solicitar solo los registros modificados después de una fecha específica.
Respuesta y Formato Estandarizado	El repositorio responde con los metadatos en un formato estandarizado (como Dublin Core), que el harvester luego procesa y utiliza para integrar los registros en su base de datos o sistema.
Interoperabilidad	Al utilizar OAI-PMH, diferentes sistemas pueden compartir y recolectar metadatos, lo que facilita la interoperabilidad entre repositorios digitales, bibliotecas, y bases de datos científicas. Esto permite que los usuarios finales accedan a recursos de manera más integrada y eficiente.

El protocolo OAI-PMH es un pilar para la interoperabilidad y el acceso al conocimiento científico. Primero, porque se puede reutilizar los datos al estandarizar la manera en que los metadatos se cosechan y se comparten en-

tre diferentes repositorios. Así los datos almacenados en diversas plataformas son fácilmente accesibles y reutilizables por investigadores de todo el mundo, promoviendo la colaboración y el avance del conocimiento. Este protocolo promueve la transparencia y la visibilidad de la investigación científica, al permitir que los metadatos sean recolectados y utilizados por distintos servicios de descubrimiento, también incrementa la visibilidad de los trabajos alojados en repositorios digitales, lo cual es esencial para la diseminación eficiente de los resultados de investigación en un entorno de Ciencia Abierta.

Otro aspecto crucial es su soporte para la creación de servicios agregados. Muchas plataformas y servicios que recopilan contenido de múltiples fuentes, como motores de búsqueda académicos y portales de datos abiertos, dependen de OAI-PMH para obtener metadatos de una amplia variedad de repositorios. Esto posibilita el acceso unificado a recursos dispersos, maximizando el alcance y el impacto de la investigación.

Ejemplos concretos de su aplicación incluyen Europeana, una plataforma que utiliza OAI-PMH para recolectar metadatos de bibliotecas, museos y archivos en toda Europa, proporcionando acceso a millones de objetos culturales y científicos. ArXiv, el repositorio de preprints ampliamente utilizado, también soporta OAI-PMH, lo que permite que otros repositorios y servicios recolecten metadatos de los artículos alojados en su plataforma. Finalmente, OpenAIRE, una infraestructura europea para la investigación abierta utiliza este protocolo para agregar datos de publicaciones científicas y proyectos financiados por la Unión Europea, promoviendo así el acceso abierto y la reutilización de los resultados de la investigación.

Este conjunto de funciones y ejemplos demuestra cómo OAI-PMH se ha convertido en un componente esencial para asegurar la interoperabilidad y el acceso global a la investigación científica en la era de la Ciencia Abierta.

## **Guía rápida para el uso del Protocolo OAI-PMH para investigadores**

El Protocolo OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting) es una herramienta poderosa para ayudar a la recolección y el intercambio de metadatos entre repositorios digitales, mediante la interoperabilidad y el acceso abierto a la información científica. A continuación, se presenta una guía paso a paso para investigadores que deseen implementar y utilizar este protocolo en sus proyectos de Ciencia Abierta.

## Paso 1: Comprender los componentes clave de OAI-PMH

Antes de implementar el OAI-PMH, es importante familiarizarse con sus componentes básicos, como el Harvester, que es el sistema que realiza las solicitudes para recolectar metadatos de los repositorios; el Data Provider o repositorio que expone los metadatos a través de OAI-PMH para que los harvesters puedan recolectarlos; y los metadatos o información estructurada que describe los recursos (por ejemplo, un artículo de investigación) en el repositorio.

En cuanto al formato estándar, el más común es el Dublin Core, un conjunto simple pero extensible de elementos de metadatos utilizado para describir una amplia variedad de recursos digitales. Este fue desarrollado para favorecer la interoperabilidad y la búsqueda de información en la web, especialmente útil en repositorios digitales, bibliotecas y sistemas de gestión de información e incluye 15 elementos básicos, aunque también tiene una versión ampliada que permite una descripción más detallada. En la Tabla 11, se presenta los elementos principales.

**Tabla 11**

*Definición semántica del Dublin Core simplificado*

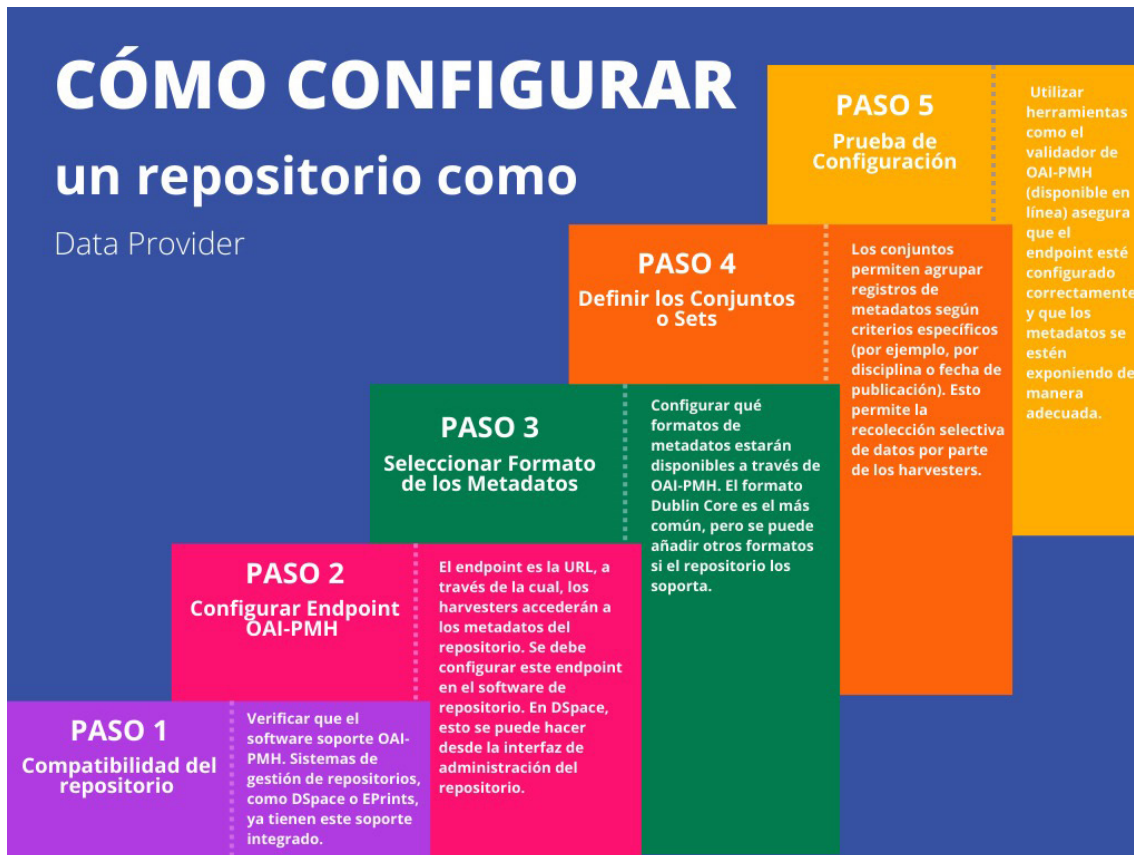
Contenido	Propiedad intelectual	Instanciación
Title (Título): Nombre del recurso.	Creator (Creador): La persona o entidad responsable de la creación del contenido.	Date (Fecha): La fecha de creación o disponibilidad del recurso.
Subject (Tema): El tema o área de contenido del recurso.	Publisher (Editor): La entidad responsable de hacer el recurso disponible.	Type (Tipo): El tipo de contenido del recurso (por ejemplo, texto, imagen, sonido).
Description (Descripción): Un resumen o descripción del contenido del recurso.	Contributor (Colaborador): Otras entidades que han contribuido al contenido.	Format (Formato): El formato físico o digital del recurso.
Source (Fuente): Un recurso del que se deriva el presente recurso.	Rights (Derechos): Información sobre los derechos de uso y acceso al recurso.	Identifier (Identificador): Un identificador único del recurso, como un DOI o URL.
Language (Idioma): El idioma del contenido del recurso.		
Relation (Relación): La relación del recurso con otros recursos.		
Coverage (Cobertura): La cobertura espacial o temporal del recurso.		

## Paso 2: Configurar un repositorio como Data Provider

Si se tiene un repositorio digital que se desea exponer mediante OAI-PMH, la Figura 12 presenta los pasos necesarios para configurarlo como un Data Provider.

**Figura 12**

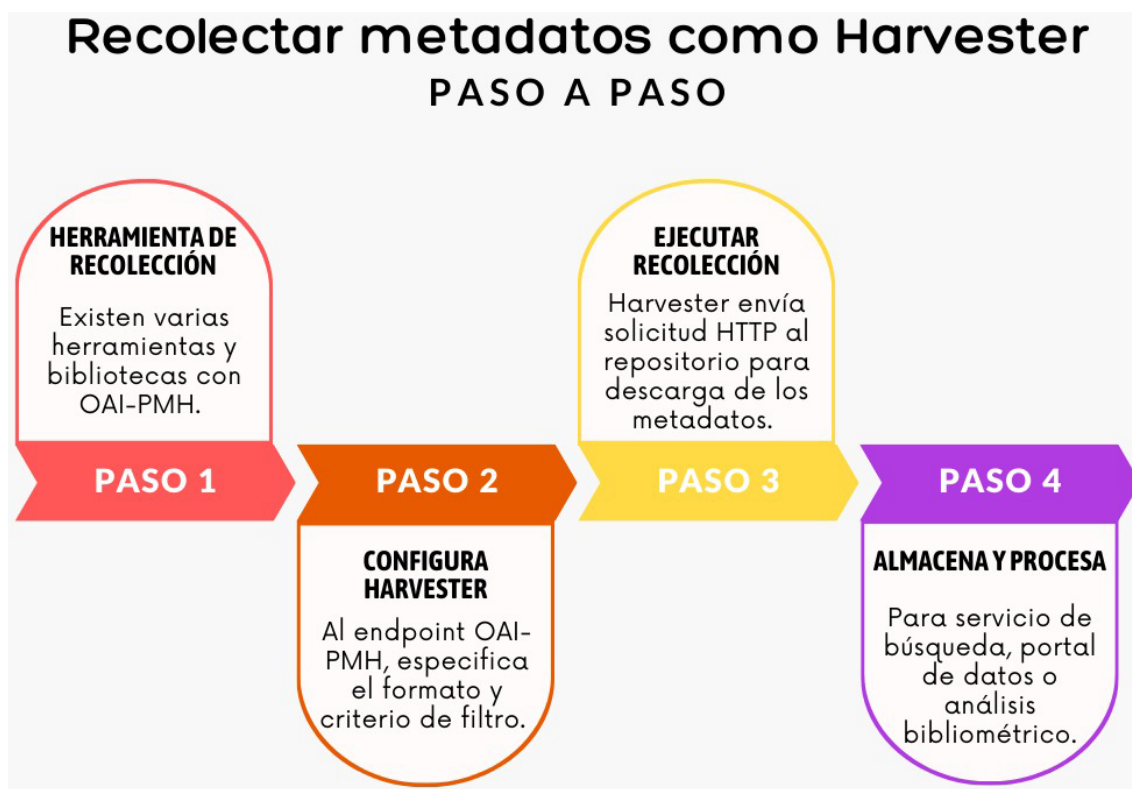
*Pasos para realizar la configuración de repositorio como Data Provider en OAI-PMH*



### **Paso 3: Recolectar Metadatos como Harvester**

Si un investigador o desarrollador desea recolectar metadatos de varios repositorios, se recomienda seguir los pasos que muestra la Figura 13 para actuar como un Harvester.

**Figura 13**  
*Harvester para recolectar metadatos*



#### **Paso 4: Asegurar la Interoperabilidad**

Para garantizar que la implementación de OAI-PMH sea plenamente interoperable hay que asegurarse de que los metadatos expuestos o recolectados cumplan con los estándares internacionales, como el Dublin Core. A su vez, se debe monitorear el funcionamiento del endpoint OAI-PMH regularmente, y actualizar la configuración conforme sea necesario para adaptarse a nuevos estándares o formatos.

#### **Paso 5: Documentar y compartir**

Finalmente, es importante documentar la implementación de OAI-PMH y compartirla con la comunidad científica. Para ello, se recomienda:

- Publicar la URL del Endpoint para que otros investigadores sepan cómo acceder a los metadatos.
- Contribuir a Directorios mediante el registro del repositorio en directorios compatibles con OAI-PMH, como el Directory of Open Access Repositories (DOAR).

# Almacenamiento y preservación digital

La preservación a largo plazo de los datos y publicaciones científicas es un componente crítico de la infraestructura de Ciencia Abierta. Los datos deben estar almacenados en entornos seguros para su integridad y accesibilidad futura. Esto incluye la implementación de planes de preservación digital que contemplen la migración de datos a nuevos formatos y tecnologías a medida que evolucionen.

La preservación a largo plazo no se trata solo de almacenar los datos en servidores seguros, sino de implementar estrategias que garanticen que estos datos puedan ser comprendidos y utilizados en el futuro, incluso cuando la tecnología haya cambiado. La Figura 14 describe algunos planes y estrategias clave para la preservación digital.

**Figura 14**

*Estrategias y planes para la preservación digital de datos*



## *Planificación y análisis de riesgos*

Un plan de preservación digital comienza con la identificación y análisis de los riesgos asociados con la pérdida de datos, la obsolescencia tecnológica, y otros factores que podrían comprometer la integridad y accesibilidad a estos. Este análisis incluye la evaluación de los formatos de archivo utilizados, la infraestructura tecnológica, y las prácticas de gestión de datos.

Hay que evaluar formatos para determinar los formatos de archivo más adecuados para la preservación a largo plazo. Los formatos abiertos y no propietarios, como TIFF para imágenes y CSV para datos tabulares, son preferi-

dos debido a su estabilidad y compatibilidad futura. También es necesario el análisis de obsolescencia tecnológica para evaluar la probabilidad de que la tecnología utilizada para almacenar o acceder a los datos no se vuelva obsoleta. Esto incluye tanto el hardware como el software.

### ***Migración de datos***

La migración de datos es una estrategia clave para la preservación digital que implica mover datos de un formato o sistema a otro más actual para asegurar su continuidad y accesibilidad. Esto puede ser necesario cuando un formato de archivo o una tecnología comienza a volverse obsoleta, por lo que se debe realizar periódicamente. En algunos casos, es más efectivo emular el entorno original en el que se creó o se utilizó un recurso digital, en lugar de migrarlo a un nuevo formato. Esto puede incluir la emulación de sistemas operativos antiguos o software especializado.

### ***Replicación y redundancia***

La replicación de datos implica la creación de múltiples copias de los mismos datos almacenadas en diferentes ubicaciones geográficas. La redundancia es clave para la preservación digital porque asegura que, si una copia se pierde o se corrompe, otra copia estará disponible. Utilizar sistemas de almacenamiento distribuidos como LOCKSS (Lots of Copies Keep Stuff Safe), que replican y distribuyen los datos en múltiples nodos para asegurar la integridad y disponibilidad a largo plazo es una estrategia para la conservación de la data.

### ***Monitorización y mantenimiento continuo***

La preservación digital no es un proceso único, sino que requiere un monitoreo continuo y mantenimiento regular para que así los datos permanezcan accesibles y en buen estado. Implementar sistemas de monitorización que revisen automáticamente la integridad de los datos y notifiquen cualquier problema, como corrupción de datos o falta de accesibilidad, es necesario, así como también el realizar actualizaciones regulares de los sistemas de almacenamiento y reparar cualquier problema detectado durante la monitorización. Esto incluye la revisión periódica de las políticas de preservación para adaptarlas a nuevas tecnologías y estándares.

### *Metadatos y documentación*

Los metadatos proporcionan la información necesaria para interpretar y reutilizar los datos en el futuro. La documentación detallada es igualmente importante, para esto, se debe asegurar que los datos almacenados estén acompañados de metadatos que describan su contenido, origen, estructura, y cualquier otra información relevante para su comprensión y reutilización futura, además de documentar los procesos y decisiones tomadas durante la creación, manipulación, y almacenamiento de los mismos e incluyendo decisiones sobre la migración de datos, formatos de archivo, y métodos de replicación.

### *Políticas de preservación*

El desarrollo de políticas claras y detalladas para la preservación digital es fundamental. Estas políticas deben incluir directrices sobre cómo se gestionarán los datos a lo largo del tiempo, quién será responsable de su mantenimiento, y cómo se garantizará su financiamiento y soporte.

## **Capacitación y apoyo técnico**

Finalmente, la infraestructura tecnológica adecuada debe ir acompañada de un fuerte componente de capacitación y apoyo técnico. Los investigadores, bibliotecarios y administradores de datos deben capacitarse en herramientas y plataformas digitales y en los principios de gestión de datos y publicaciones. Además, debe existir un soporte constante para ayudar a resolver problemas técnicos y optimizar el uso de la infraestructura disponible.

# Propuesta para repositorio digital unificado de investigaciones realizadas por las IES públicas y privadas de Ecuador

## Introducción y justificación

En Ecuador, los repositorios digitales de las instituciones de educación superior (IES) se han centrado en recopilar y almacenar tesis de pregrado, maestría y doctorado; recursos accesibles principalmente a través de las bibliotecas universitarias. Pese a la creciente demanda de acceso abierto a la investigación científica, no existe en el país un repositorio diseñado para docentes investigadores que permita gestionar, almacenar y compartir el proceso completo de la investigación académica, desde su concepción inicial hasta la publicación final.

Actualmente, los docentes investigadores de las IES, tanto públicas como privadas, se enfrentan a desafíos significativos al intentar cumplir con los criterios de Ciencia Abierta. La falta de una plataforma centralizada que integre todos los aspectos de la investigación —desde la recolección de datos, pasando por la elaboración de manuscritos, hasta la publicación y diseminación de resultados— limita la visibilidad, la transparencia y la colaboración entre investigadores. Esta situación obstaculiza la difusión del conocimiento generado en el país y afecta la capacidad de los investigadores para cumplir con los estándares internacionales de CA.

Además, la ausencia de un repositorio digital orientado a los productos de investigación académica provoca la duplicación de esfuerzos, la dispersión de recursos y la falta de un marco estandarizado para la preservación y acceso a largo plazo de los resultados de investigación. Los docentes investigadores deben recurrir a repositorios y plataformas internacionales que, aunque útiles, no siempre se alinean con las necesidades y contextos locales, y que pueden generar barreras adicionales, como costos de acceso y la complejidad de cumplimiento con normativas extranjeras.

La creación de un repositorio unificado para las IES en Ecuador, enfocado exclusivamente en docentes investigadores y diseñado para albergar todas las etapas del proceso de investigación, se presenta como una propuesta de

mejora en el sistema de investigación nacional que actualmente recae en su totalidad a las instituciones de educación superior. Un repositorio de este tipo contribuiría a la Ciencia Abierta en el país, ya que fomentaría una mayor colaboración interinstitucional, mejoraría la gestión de los recursos científicos y aumentaría la visibilidad global de la investigación ecuatoriana. Este tipo de infraestructura digital ayudaría a posicionar a las IES ecuatorianas en el escenario internacional de la investigación científica, alineándolas con las mejores prácticas globales en acceso abierto y ciencia colaborativa.

Los objetivos principales del repositorio digital unificado para las IES públicas y privadas de Ecuador son múltiples y están alineados con las mejores prácticas de Ciencia Abierta a nivel internacional. En primer lugar, este repositorio busca mejorar el acceso a la investigación científica realizada en el país. Al centralizar la producción científica de docentes investigadores en una única plataforma, se facilita el acceso a estos recursos para otros investigadores, estudiantes, público en general. Esto permite que el conocimiento generado en Ecuador sea más visible y accesible a una audiencia global, rompiendo las barreras que a menudo limitan la difusión de la investigación académica.

Otro objetivo del repositorio es permitir la colaboración entre instituciones. Al unificar las investigaciones de las IES en una sola plataforma, se crea un espacio de interacción donde los investigadores pueden compartir datos, metodologías y resultados, fomentando la colaboración interdisciplinaria e interinstitucional, lo que enriquecería la calidad de la investigación y optimizaría los recursos, evitando la duplicación de esfuerzos y promoviendo la innovación conjunta.

El repositorio está diseñado para promover la CA en Ecuador. Al proporcionar una plataforma que cumple con los estándares internacionales de acceso abierto, el repositorio apoya la transparencia y la reproducibilidad en la investigación. Los docentes investigadores podrán compartir sus publicaciones finales, datos de investigación, preprints, y otros productos académicos a lo largo del ciclo de vida de sus proyectos. Ello apoya al fortalecimiento de la cultura de Ciencia Abierta en el país para posicionar a Ecuador como un actor comprometido con la diseminación global del conocimiento y el avance científico colaborativo.

Para los estudiantes, el acceso a un repositorio unificado significa la posibilidad de acceder a una base de datos extensa y diversa de recursos científicos que pueden apoyar su formación académica y sus propios proyectos de investigación. La disponibilidad de artículos, datos, y otros materiales académicos fomenta un entorno de aprendizaje más rico y accesible, donde los estudiantes pueden aprender directamente de los avances más recientes en sus campos de estudio.

Desde la perspectiva de la sociedad en general, el repositorio contribuye a la democratización del conocimiento. Al hacer accesible la investigación

a académicos, ciudadanos, empresas y creadores de políticas, se promueve un entorno donde el conocimiento científico puede utilizarse para abordar problemas sociales, fomentar la innovación y apoyar el desarrollo económico del país. Esto es relevante en áreas como la salud, la educación, la industria y el medio ambiente, donde el acceso a la investigación y a la actualización del conocimiento puede afectar directamente a la calidad de vida de toda una nación.

Por ende, al apoyar la innovación, el repositorio actúa como un catalizador para nuevas ideas y desarrollos tecnológicos. La accesibilidad a datos y publicaciones permite a los investigadores y emprendedores identificar nuevas oportunidades, colaborar en proyectos de vanguardia y aplicar conocimientos científicos a la resolución de desafíos locales e internacionales. En conjunto, estos beneficios refuerzan el ecosistema de investigación en Ecuador e igualmente contribuyen al desarrollo sostenible y la competitividad del país a nivel global.

## **Estructura y funcionalidad del repositorio**

### **Consideraciones para la arquitectura del repositorio**

La arquitectura técnica del repositorio digital unificado para las IES públicas y privadas de Ecuador debe ser robusta, escalable y diseñada para garantizar la seguridad, la accesibilidad y la interoperabilidad a largo plazo. Esta arquitectura debe contemplar tanto la infraestructura física (servidores y almacenamiento) como las tecnologías de software que permitirán la gestión eficiente de los datos y recursos científicos. A continuación en la tabla 12, se presentan las consideraciones que se deben tener en cuenta para la construcción del repositorio.

**Tabla 12***Consideraciones para la construcción de un repositorio digital unificado*

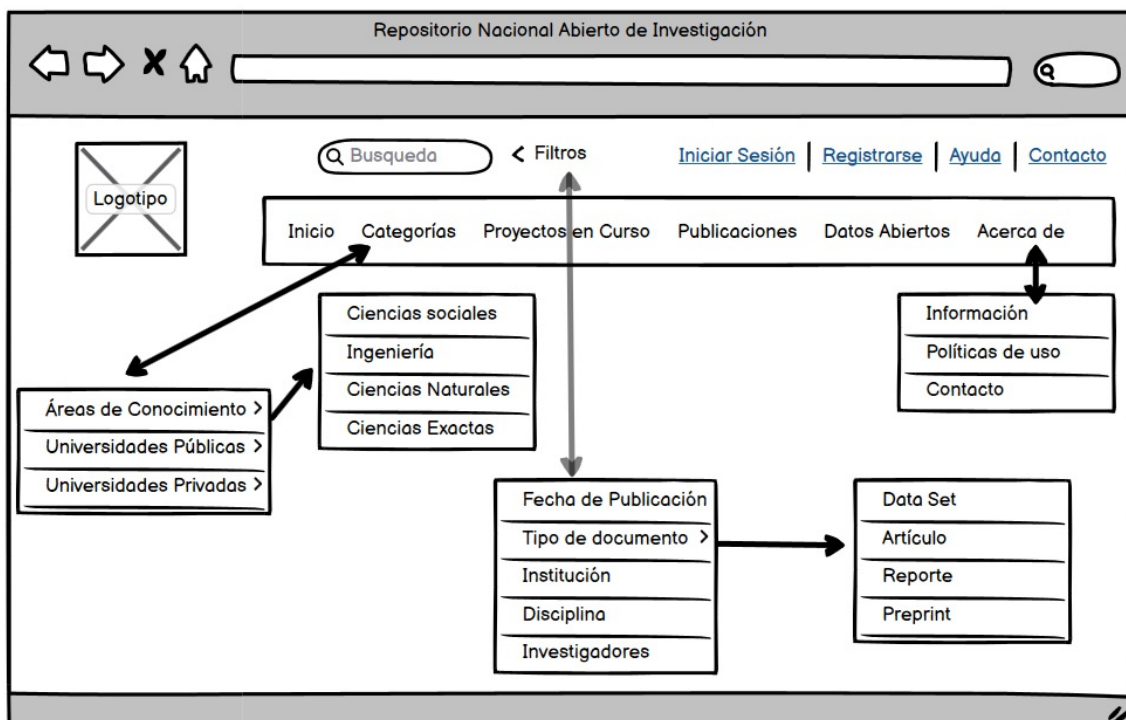
<b>Componente</b>		
Infraestructura Tecnológica y Servidores	El repositorio debería alojarse en una infraestructura de nube híbrida flexible y escalable, a fin de que el repositorio pueda crecer y adaptarse a las necesidades cambiantes de las IES, sin comprometer su seguridad. Los servidores principales se alojarían en centros de datos de alta disponibilidad, preferiblemente dentro del país, para garantizar un acceso rápido y seguro a los usuarios locales. Además, se utilizaría servidores espejo, en ubicaciones geográficas diferentes, para asegurar la redundancia y recuperación ante desastres.	Para la gestión de datos y archivos es necesario un sistema de almacenamiento distribuido, utilizando tecnologías como Ceph o GlusterFS que permiten la distribución de datos en múltiples nodos, mejorando la fiabilidad y el rendimiento del repositorio, así como la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos científicos.
Tecnologías de Software	DSpace es una solución de código abierto ampliamente utilizada en repositorios académicos y científicos, que ofrece alta capacidad de gestión de documentos, soporte para múltiples tipos de contenido (artículos, tesis, datasets, etc.), y herramientas avanzadas de búsqueda y recuperación. Además, DSpace es personalizable, lo que permitirá adaptar la plataforma a las necesidades específicas de las IES ecuatorianas.	DSpace se integra con herramientas adicionales como Apache Solr para la búsqueda y recuperación avanzada de documentos. A parte, para garantizar la interoperabilidad con otros repositorios y plataformas internacionales, se debe implementar el protocolo OAI-PMH.
Seguridad y Control de Acceso	La seguridad es un componente central de la arquitectura del repositorio. En ese sentido, son necesarios sistemas de control de acceso basados, por ejemplo, en OAuth 2.0 para gestionar las credenciales de los usuarios y garantizar que solo las personas autorizadas puedan subir, modificar o eliminar contenidos. Además, se debe utilizar cifrado de extremo a extremo y certificados SSL/TLS para proteger la transferencia de datos entre los usuarios y el repositorio.	
Monitoreo y Mantenimiento	El sistema necesita herramientas de monitoreo continuo, como Prometheus y Grafana, que permita supervisar el estado de los servidores, el rendimiento de la red, y la integridad de los datos en tiempo real. Estas herramientas ayudarán a identificar y resolver problemas de manera proactiva y facilitarán el ajuste de recursos según las necesidades.	
Escalabilidad y Actualización Continua	La arquitectura del repositorio debe estar diseñada para ser escalable. Esto significa que el sistema podría ampliarse fácilmente para manejar un mayor volumen de datos y usuarios sin necesidad de una reconstrucción significativa. Las actualizaciones de software se implementarán de manera continua para aprovechar las últimas mejoras en seguridad, rendimiento y funcionalidad.	

## Interfaz de Usuario (UI):

El diseño de la interfaz de usuario (UI) del repositorio digital unificado debe ser intuitivo, accesible y centrado en las necesidades tanto de los investigadores como de los visitantes generales. A continuación, se detalla cómo debería estructurarse y funcionar la interfaz:

**Figura 15**

*Interfaz de inicio del repositorio digital unificado*



La Tabla 13 sintetiza los principales elementos y características de la interfaz de inicio, organizados en función de su estructura, contenido y funcionalidades. En ella se detallan componentes clave como el encabezado, la barra de navegación, el motor de búsqueda avanzado, la página de detalles del documento, el perfil del usuario y las opciones de accesibilidad móvil. Cada uno de estos elementos se describe considerando tanto su propósito como los recursos que ofrecen, lo que permite comprender de manera integral el diseño y la usabilidad de la plataforma orientada al acceso y gestión del conocimiento.

**Tabla 13**

*Elementos y características de la interfaz de inicio*

Elemento	Contenido	Detalles
Encabezado (Header)	El encabezado debe incluir el nombre del repositorio y un logo que represente a las IES de Ecuador.	Iniciar Sesión
	En la parte superior derecha, se debe ubicar un menú de acceso rápido con enlaces.	Registrarse Ayuda Contacto Ícono de perfil para usuarios registrados
Barra de Navegación	Inicio	Vuelve a la página principal
	Búsqueda Avanzada	Acceso directo a herramientas de búsqueda avanzada
	Categorías	Lista desplegable con las principales áreas de conocimiento (Ciencias Sociales, Ingeniería, Ciencias Naturales, etc.)
	Proyectos en Curso	Acceso a una página que muestra los proyectos de investigación en curso, con filtros por institución y disciplina
	Publicaciones Recientes	Una sección que muestra las últimas publicaciones añadidas al repositorio
	Datos Abiertos	Acceso a datasets y recursos abiertos
	Acerca de	Información sobre el repositorio, políticas de uso y contacto
Motor de Búsqueda Avanzado	Barra de Búsqueda	Ubicada en la parte central superior, la barra de búsqueda debe permitir realizar búsquedas rápidas mediante palabras clave, autores o títulos.
		Incluirá sugerencias automáticas y un botón de acceso a la búsqueda avanzada, donde se pueden aplicar filtros como fecha de publicación, tipo de documento (artículo, dataset, preprint), institución, y disciplina.
	Resultados de Búsqueda	Los resultados deben presentarse en un formato de lista con opciones de ordenamiento (por relevancia, fecha, autor) y filtrado adicional.
		Cada resultado debe mostrar el título, autor(es), fecha de publicación, tipo de documento y un breve resumen o extracto
Página de Detalles del Documento	Visualización del Documento	Los usuarios podrán ver una vista previa del documento, que puede incluir el primer párrafo, gráficos clave o tablas
		Habrà un botón para descargar el documento en varios formatos (PDF, TXT, CSV) y una opción para visualizarlo directamente en el navegador
	Metadatos del Documento	A un lado del documento, se deben presentar los metadatos completos: autor(es), fecha de publicación, disciplina, palabras clave, DOI, institución afiliada, y licencias de uso.
	Herramientas de Usuario	Opciones para compartir el documento en redes sociales, generar citas en diferentes estilos (APA, MLA, Chicago), y añadir a favoritos para usuarios registrados. También incluir un botón de descarga para obtener el documento
Página de Perfil del Usuario	Información del Usuario	La página de perfil debe mostrar la información básica del usuario (nombre, institución afiliada, áreas de interés) y permitir la edición de esta información.
		Un panel que muestre el historial de actividad del usuario, como los documentos subidos, los favoritos, y las búsquedas recientes.
	Carga de Contenidos	Un botón destacado para subir un nuevo documento o dataset, con un proceso guiado que ayuda a completar todos los campos necesarios (título, autores, metadatos, archivo)
	Panel de Gestión de Publicaciones	Los usuarios podrán ver y gestionar sus publicaciones anteriores, actualizar metadatos, o incluso retirar un documento si es necesario
Accesibilidad Móvil	Diseño Responsivo	La interfaz debe ser completamente responsiva, adaptándose a diferentes tamaños de pantalla, incluyendo smartphones y tablets
		El menú de navegación debe convertirse en un menú desplegable accesible desde un icono de hamburguesa en la esquina superior derecha
	Interacción Táctil	Optimización para interacción táctil, con botones grandes y espaciados adecuadamente para facilitar la navegación en dispositivos móviles
	Notificaciones Push	Implementar la opción de notificaciones push para usuarios móviles, permitiendo que se les notifique sobre nuevas publicaciones en sus áreas de interés o actualizaciones importantes en sus proyectos

# Organización de datos

## Estructura de la información

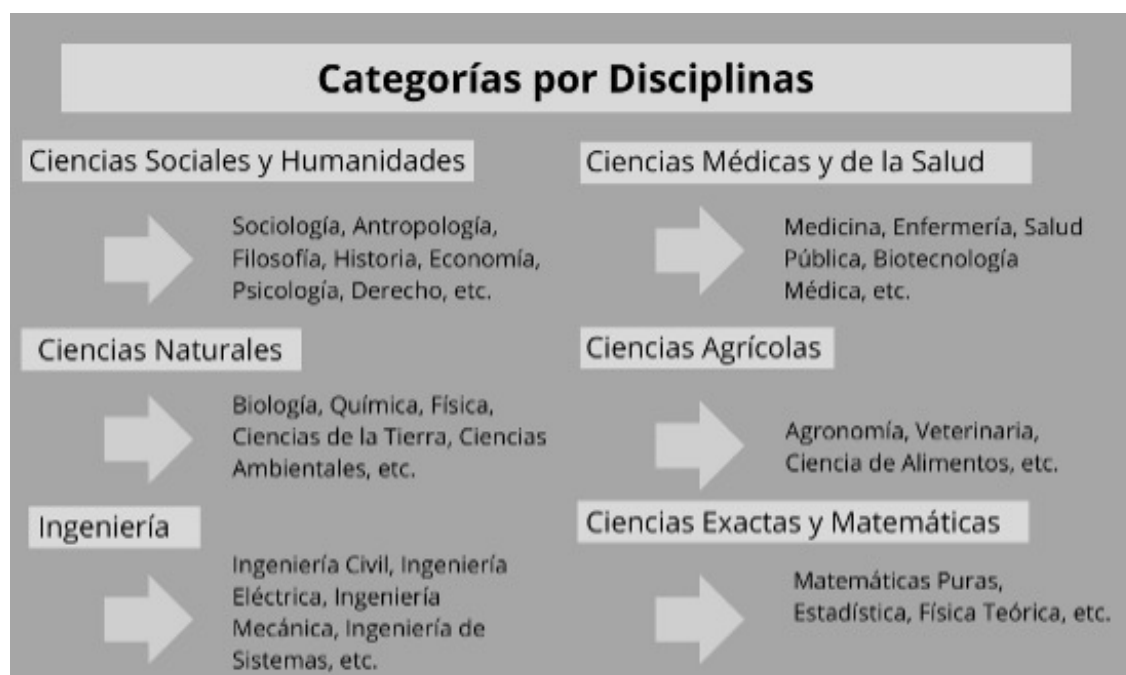
La organización de datos dentro del repositorio digital unificado para las IES de Ecuador debe ser meticulosamente estructurada para garantizar que los usuarios puedan encontrar, acceder y utilizar la información de manera eficiente. A continuación, se describe cómo se organizarán los datos utilizando categorías clave como disciplinas, tipos de documentos, y palabras clave.

- **Categorías por disciplinas**

Los datos se deben organizar principalmente por disciplinas académicas, lo que permitirá a los usuarios navegar fácilmente por las áreas de conocimiento que les interesen. Las disciplinas se estructurarán de manera jerárquica para facilitar la exploración (Figura 16).

**Figura 16**

*Categorización temática por disciplinas*



- **Tipos de documentos**

Los documentos del repositorio serán organizados de acuerdo con su tipología, lo que permitirá a los usuarios filtrar la información requerida de forma más ágil y precisa, tal como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14***Tipología de documentación presente en el repositorio*

Tipo de documento	Definición
Artículos Científicos	Publicaciones revisadas por pares que representan la investigación finalizada.
Preprints	Versiones preliminares de artículos científicos, no revisadas por pares, pero disponibles para acceso temprano y retroalimentación.
Tesis y Disertaciones	Trabajos de investigación presentados para la obtención de grados académicos.
Datasets	Conjuntos de datos que acompañan investigaciones, disponibles para análisis y reutilización.
Libros y Capítulos de Libros	Obras académicas completas o secciones de libros académicos.
Informes Técnicos y de Investigación	Documentos que describen estudios específicos, experimentos o resultados de investigación.
Presentaciones y Pósters	Materiales visuales utilizados en conferencias o simposios.
Recursos Educativos Abiertos (REA)	Materiales didácticos y cursos disponibles para uso y adaptación por educadores y estudiantes.

- **Palabras clave y metadatos**

El uso de palabras clave es necesario para mejorar la búsqueda y la recuperación de documentos dentro del repositorio. Estas palabras clave deben estar asociadas a cada documento y permitir las búsquedas rápidas y precisas. Para esto es necesario generar un tesoro controlado que garantice la consistencia y relevancia de las palabras clave utilizadas.

Además de las palabras clave, cada documento contiene un conjunto de metadatos estandarizados. Estos metadatos incluyen: Título, autores, fecha de publicación, avance, resumen, palabras clave, identificador único, licencia de uso e institución.

## Proceso de carga y gestión de contenidos

### Proceso de carga de contenidos para investigadores

El proceso de subida de trabajos al repositorio digital unificado para las IES de Ecuador debe ser sencillo, intuitivo y estar diseñado para capturar de manera integral todos los aspectos de la investigación científica. Este proceso debe permitir la subida de artículos o publicaciones finales, datos de investigación compartibles, códigos, cálculos, bases de datos, diseños experimentales y otros productos generados durante el ciclo de vida de la investigación. A continuación, se describe el flujo del proceso de subida, junto con los campos obligatorios y las opciones disponibles para los investigadores (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Flujo del proceso de carga de datos al repositorio digital unificado*

Formulario de Subida		
Acceso y Autenticación	Inicio de Sesión	Los investigadores deben iniciar sesión en la plataforma utilizando credenciales proporcionadas por su institución afiliada o a través de un sistema de autenticación como OAuth.
	Verificación de Identidad	Se puede requerir un segundo factor de autenticación para asegurar la identidad del usuario y la integridad del contenido subido.
Selección del Tipo de Contenido	Tipo de Documento por subir en el perfil de investigación	<p>Artículo Científico</p> <p>Preprint</p> <p>Dataset</p> <p>Código de Software</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Informe Técnico</p> <p>Recursos Educativos Abiertos</p>
	Descripción del Proyecto	Si el contenido es parte de un proyecto más amplio, el investigador puede vincularlo a un proyecto ya existente en la plataforma o crear uno nuevo.
Formulario de Metadatos	Título	Campo obligatorio donde se ingresa el título completo del trabajo.
	Autor(es)	Los nombres completos de todos los autores involucrados, junto con sus afiliaciones institucionales. Este campo puede incluir la opción de agregar colaboradores con roles específicos (por ejemplo, autor principal, coautor, revisor).
	Resumen	Una descripción breve y clara del trabajo o conjunto de datos, incluyendo los objetivos de la investigación y los resultados clave.
	Palabras Clave	Se deben ingresar palabras clave relevantes que faciliten la búsqueda y categorización del trabajo. Estas palabras clave se sugieren automáticamente en función de un tesoro controlado y pueden ser seleccionadas o agregadas manualmente.
	Disciplina y Subdisciplina	Seleccionar la disciplina principal y la subdisciplina a la que pertenece el trabajo, utilizando un menú desplegable.
	Fecha de Publicación	Fecha en que se espera que el trabajo esté disponible públicamente. En el caso de datasets y códigos, puede ser la fecha en que se generaron o se procesaron por última vez.
	Licencia de Uso	El investigador selecciona la licencia bajo la cual se compartirá el trabajo (por ejemplo, Creative Commons, MIT License para software). Es obligatorio proporcionar una licencia para garantizar el acceso y la reutilización adecuada del contenido.
	Archivos Adicionales	Opción para adjuntar archivos relacionados, como tablas de datos, gráficos, códigos de software, manuales de uso, etc. Estos archivos deben estar claramente etiquetados y acompañados de descripciones breves.
Revisión y Validación	Vista Previa	Antes de finalizar la subida, el investigador puede revisar una vista previa de cómo se verá el contenido en el repositorio, verificando la exactitud de todos los campos ingresados.
	Validación Automática	El sistema realiza una validación automática para asegurarse de que todos los campos obligatorios estén completos y que los formatos de archivo sean compatibles.
Subida y Publicación	Subida Final	El investigador confirma la subida del trabajo. El sistema muestra un progreso de la carga y notifica al usuario una vez que la subida se ha completado exitosamente.
	Publicación	Dependiendo de la configuración, el trabajo puede ser publicado inmediatamente o enviado para una revisión adicional (si es requerido por políticas del repositorio).
Notificación y Seguimiento	Confirmación de Publicación	El investigador recibe una notificación por correo electrónico con un enlace al trabajo publicado.
	Seguimiento	El investigador puede monitorear el impacto de su trabajo a través de estadísticas proporcionadas por la plataforma, como el número de descargas, citas y visualizaciones.

# Acceso y usabilidad para los usuarios

## *Descarga y uso de los recursos*

El repositorio puede ofrecer múltiples formatos de descarga para los documentos, adaptándose a las necesidades de los usuarios. Los formatos disponibles pueden incluir:

- PDF

Formato estándar para la mayoría de los documentos, especialmente artículos, informes, y tesis. Es ideal para la lectura y distribución.

- TXT y CSV

Disponibles para textos simples y datasets, respectivamente. Estos formatos son útiles para análisis de datos y manipulación en software especializado.

- XML

Utilizado principalmente para la descarga de metadatos o documentos estructurados que necesitan ser reutilizados en sistemas automatizados o bases de datos.

- ZIP

Cuando un documento incluye múltiples archivos asociados (por ejemplo, un artículo con su dataset y código fuente), estos pueden ser descargados juntos en un archivo ZIP.

En algunos casos, podría haber restricciones de descarga basadas en la licencia del documento o en acuerdos específicos con los autores. Estos casos se indicarán claramente en la página del documento, y los usuarios deberán aceptar los términos antes de proceder con la descarga.

## Visualización en línea

La visualización de documentos en línea sin necesidad de descarga ofrece una experiencia fluida y accesible mediante: el visor integrado, donde los usuarios podrán leer artículos, tesis, y otros documentos directamente en el navegador utilizando un visor PDF integrado, que incluyen funciones básicas como zoom, búsqueda dentro del documento, y navegación por capítulos o secciones; las herramientas de anotación y marcado para que los usuarios puedan resaltar texto, añadir notas, y marcar secciones importantes que pue-

den ser guardadas en el perfil del usuario para futuras referencias; y la visualización de datasets, los cuales podrán ser visualizados en tablas interactivas, permitiendo ordenar y filtrar datos antes de decidir si se descargan, útil para una exploración rápida de grandes conjuntos de datos.

### **Citación y referencias**

La generación automática de citas es una de las funcionalidades clave del repositorio. Los usuarios podrán seleccionar el estilo de citación, puesto que el repositorio soportará los estilos más utilizados, incluyendo APA, MLA, Chicago, Harvard, entre otros. Esto permite a los usuarios exportar las citas en el formato que mejor se adapte a sus necesidades académicas o editoriales. Además, pueden crear una copia rápida de las citas generadas directamente al portapapales o exportarlas en formatos como BibTeX o RIS para su integración en gestores de referencias como Zotero, EndNote, o Mendeley. Por último, se puede integrar automáticamente las citas con DOI, cuando esté disponible, asegurando que las referencias sean precisas y fáciles de localizar.

- ***Gobernanza y mantenimiento del repositorio***

La gobernanza del repositorio digital unificado para las instituciones de educación superior (IES) públicas y privadas de Ecuador debe estar estructurada de manera que asegure su operación eficiente, transparente y sostenible. Para lograr esto, se propone la creación de un Consejo de Gobernanza del Repositorio, que actúe como el órgano rector, compuesto por representantes de las principales instituciones académicas y gubernamentales. Este consejo es responsable de la planificación a largo plazo, la definición de políticas generales y la toma de decisiones estratégicas sobre la evolución del repositorio.

Dentro del Consejo, funcionará un Comité Ejecutivo, conformado por miembros de las principales universidades y representantes de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), cuya labor es la de supervisar la implementación de las decisiones y asegurar que las políticas establecidas se ejecuten efectivamente. Además, un Comité Técnico, compuesto por especialistas en tecnología de la información, bibliotecarios digitales y expertos en ciencia de datos de las IES participantes, quienes se encargarán de garantizar la calidad técnica y la interoperabilidad del repositorio, así como de gestionar la infraestructura tecnológica. Por último, la creación de un Comité de Evaluación y Ética, formado por académicos y expertos en ética, encargados de revisar las políticas de publicación, acceso abierto y derechos de autor, asegurando que el repositorio cumpla con los estándares internacionales y respete las normativas éticas.

Los administradores del repositorio, bajo la supervisión del Comité Téc-

nico, se encargan de la gestión diaria del repositorio, parte de ello, la revisión de contenidos, la asistencia a los usuarios, la implementación de actualizaciones de software y la supervisión de la seguridad de los datos. Las instituciones participantes, a su vez, tienen la responsabilidad de fomentar la participación de sus docentes e investigadores, proporcionar recursos y contribuir a la definición de políticas que reflejen las necesidades académicas del país. Estas instituciones necesitan rotar en la presidencia del Consejo de Gobernanza para asegurar una representación equitativa.

Para la sostenibilidad del repositorio, se propone un modelo de financiación mixto que combine recursos públicos, aportes institucionales y financiamiento externo. SENESCYT asume un papel central en la financiación inicial del repositorio, incluida la inversión en infraestructura tecnológica y la capacitación del personal, destinando fondos específicos de su presupuesto anual para la operación y mantenimiento del repositorio. El Consejo de Educación Superior (CES) también puede asignar fondos destinados al desarrollo y sostenimiento del repositorio como parte de sus programas para fortalecer la investigación en las IES ecuatorianas. Asimismo, las universidades y centros de investigación que participen en el repositorio contribuirán mediante cuotas anuales proporcionales a su tamaño, número de usuarios y volumen de producción científica. Estos aportes garantizan la operación continua del repositorio, y las instituciones participantes también pueden contribuir con recursos en especie, como infraestructura tecnológica, personal técnico y servicios de soporte.

Adicionalmente, se buscará financiamiento adicional a través de subvenciones internacionales, como las ofrecidas por organizaciones como la UNESCO y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que tienen programas específicos para el desarrollo de infraestructura de investigación y educación en América Latina. Se explorará también la posibilidad de formar alianzas con empresas tecnológicas interesadas en patrocinar el desarrollo del repositorio, a cambio de oportunidades de branding o colaboraciones en investigación. Este modelo de financiación mixto proporciona la estabilidad financiera necesaria para que el repositorio pueda desarrollarse, expandirse y mantenerse a largo plazo, asegurando que las investigaciones de las IES ecuatorianas sean accesibles y visibles a nivel global.

IV

# MARCO LEGAL Y POLÍTICO EN ECUADOR



## **Análisis de la ley orgánica de educación superior y el reglamento de educación superior como instrumento para justificar la Ciencia Abierta**

La Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador ofrece un marco favorable para la implementación de Ciencia Abierta, especialmente en lo que respecta a la autonomía académica, la equidad en el acceso a la educación, y la promoción de la investigación científica. Sin embargo, para aprovechar plenamente este marco, es necesario desarrollar políticas institucionales específicas que promuevan el acceso abierto y la gestión responsable de los datos científicos, así como equilibrar la protección de los derechos de propiedad intelectual con los principios de acceso libre al conocimiento.

El artículo 2 de la LOES establece el principio de acceso universal a la educación superior, con la finalidad de garantizar igualdad de oportunidades. Este principio es central para la Ciencia Abierta, que busca democratizar el acceso al conocimiento científico. Además, la LOES promueve la equidad en el acceso a recursos educativos y la movilidad académica, lo que podría incluir el acceso a repositorios de datos abiertos y publicaciones científicas sin costo, fortaleciendo así la CA en el ámbito académico.

En su artículo 18, establece la autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica de las universidades y escuelas politécnicas, permitiéndoles la independencia para que los profesores e investigadores ejerzan la libertad de cátedra e investigación. Esta autonomía es primordial para fomentar la CA, ya que permite a las instituciones desarrollar políticas internas que promuevan el acceso abierto al conocimiento, sin restricciones impuestas por entidades externas, lo que está alineado con los principios de CA que abogan por la libre circulación del conocimiento científico.

El artículo 23, garantiza el financiamiento de las instituciones públicas de educación superior, destacando que este financiamiento debe estar basado en la calidad y otros criterios definidos por la ley. La sostenibilidad financiera es un aspecto crítico para la implementación de prácticas de Ciencia Abierta, ya que requiere infraestructura tecnológica, capacitación y mantenimiento continuo, así que el modelo de financiamiento previsto en la LOES puede ser aprovechado para desarrollar repositorios abiertos y sistemas de gestión de datos que soporten la CA en el país.

Acerca de la producción científica y la propiedad intelectual, la LOES menciona la necesidad de fomentar la investigación científica, tecnológica y pedagógica y su vinculación con la sociedad (art. 13). Además, en los artículos 20 y 28, la ley permite que las instituciones de educación superior generen ingresos por la propiedad intelectual derivada de sus investigaciones. Sin embargo, la CA promueve que el conocimiento científico sea accesible sin barreras, lo que podría entrar en conflicto con enfoques tradicionales de propiedad intelectual que buscan proteger los derechos comerciales sobre los resultados de la investigación. Por lo tanto, es fundamental desarrollar políticas que equilibren la protección de derechos con la apertura del conocimiento.

La LOES exige que las instituciones de educación superior rindan cuentas anualmente (art. 27), lo cual es congruente con los principios de CA, que buscan la transparencia en todos los aspectos del proceso de investigación. La rendición de cuentas puede extenderse a la gestión de datos abiertos y la publicación de resultados de investigación, asegurando que los fondos públicos utilizados para la investigación generen un impacto accesible a la sociedad.

Sobre la infraestructura y tecnología el artículo 11 establece que el Estado debe proveer los medios y recursos para que las instituciones públicas cumplan con sus funciones. Esto incluye la necesidad de infraestructura tecnológica para soportar la Ciencia Abierta, como repositorios digitales y plataformas de acceso abierto. El desarrollo de estas infraestructuras es esencial para que la producción científica sea accesible y reutilizable, cumpliendo así con los principios de la Ciencia Abierta.

De igual manera, el Reglamento de Régimen Académico del Ecuador provee un marco regulatorio que, bien implementado, puede ser muy favorable para el desarrollo de la Ciencia Abierta. A través de la promoción de la

investigación, la vinculación con la sociedad, y la creación de redes académicas, el reglamento se alinea con los principios de apertura y colaboración que definen la Ciencia Abierta para aprovechar completamente este marco, es necesario que las IES adopten políticas y prácticas que promuevan activamente el acceso abierto y la gestión responsable del conocimiento científico.

El Reglamento define claramente la investigación como una función sustantiva de las instituciones de educación superior (IES), señalando que esta debe ser creativa, sistemática, y orientada al crecimiento del conocimiento (Art. 34). Este promueven la generación y difusión del conocimiento de manera accesible y colaborativa. La normativa apoya la CA al establecer que los resultados de la investigación deben ser difundidos para garantizar su uso social y su aprovechamiento en la generación de nuevo conocimiento con un enfoque de difusión y transparencia que facilita que los resultados de la investigación estén disponibles para todos.

De acuerdo con la Vinculación con la Sociedad, en su artículo 40, el reglamento enfatiza la vinculación con la sociedad como una función clave, describiendo cómo la investigación debe articularse con la docencia y la vinculación para atender las necesidades del entorno. Este concepto es coherente con la CA, que busca democratizar el acceso al conocimiento, y fomentar la participación ciudadana en el proceso científico. Al promover la divulgación científica y la transferencia de conocimiento a la sociedad, el reglamento apoya una de las metas principales de la Ciencia Abierta: hacer que la ciencia sea accesible y relevante para todos los ciudadanos.

El reglamento también promueve la creación de redes académicas nacionales e internacionales, las cuales son fundamentales para el desarrollo de la Ciencia Abierta (Art. 50). Estas redes facilitan la colaboración entre investigadores de diferentes disciplinas e instituciones, lo que es crucial para la compartición abierta de datos, metodologías y resultados de investigación e incentiva la participación en redes de conocimiento e innovación, donde el conocimiento se comparte de manera más fluida y las barreras entre las diferentes comunidades académicas se reducen. Igualmente, establece que las IES deben implementar sistemas internos de evaluación que garanticen principios de transparencia, justicia y equidad (Art. 66), principios vitales para la CA, que aboga por la transparencia en la publicación de resultados y en los procesos de evaluación y revisión. La implementación de sistemas de evaluación transparentes y justos facilita la credibilidad y reproducibilidad de la investigación, aspectos esenciales para el avance de la Ciencia Abierta.

Una de las principales fortalezas de la LOES es su énfasis en la autonomía universitaria y la libertad académica, que permite a las instituciones de educación superior (IES) establecer políticas internas sin interferencia externa. Este aspecto es vital, ya que las IES tienen la capacidad de diseñar estrategias adaptadas a sus contextos específicos para promover el acceso abierto, la re-

utilización de datos, y la transparencia en la investigación. Sin embargo, la efectividad de esta autonomía depende en gran medida del compromiso y la voluntad de las IES para adoptar y promover prácticas de Ciencia Abierta, algo que no está garantizado por la ley en sí misma. El Reglamento refuerza esta capacidad al promover la creación de redes académicas y la vinculación de la investigación con la sociedad. La promoción de la transparencia en los procesos de evaluación y la obligatoriedad de mantener plataformas tecnológicas adecuadas son puntos a favor que facilitan la adopción de la CA. No obstante, es aquí donde comienzan a surgir los vacíos. Por ejemplo, aunque se menciona la necesidad de plataformas tecnológicas, el reglamento no especifica directrices claras sobre cómo deben ser implementadas ni asegura los recursos necesarios para su desarrollo y mantenimiento a largo plazo.

Con este contexto, uno de los vacíos más evidentes en la LOES y el Reglamento de Régimen Académico es la falta de una mención explícita de la Ciencia Abierta como una estrategia nacional. Aunque se promueve la investigación y la difusión del conocimiento, no se establecen mecanismos claros que incentiven el acceso abierto ni la gestión de datos científicos abiertos. Este vacío deja a la discreción de las IES la adopción de sus prácticas, lo cual puede resultar en una implementación desigual y fragmentada a nivel nacional.

El enfoque en la propiedad intelectual y la capacidad de las IES para generar ingresos a partir de sus investigaciones podría entrar en conflicto con los principios de acceso abierto. La falta de una política que armonice la protección de derechos con la apertura del conocimiento puede limitar la disposición de las instituciones para compartir sus resultados de manera abierta, especialmente si perciben que esto puede afectar sus ingresos.

Otro desafío significativo es la sostenibilidad financiera, aunque la LOES garantiza el financiamiento para las IES, no se especifica cómo se asignarán los recursos para proyectos de Ciencia Abierta, lo que podría resultar en una falta de apoyo financiero para la creación y mantenimiento de repositorios abiertos, la capacitación en gestión de datos, y la adopción de nuevas tecnologías.

# Desarrollo de políticas institucionales específicas para la Ciencia Abierta

Se considera que cada IES debería formular políticas internas específicas que promuevan y regulen la práctica de la Ciencia Abierta; incluir mandatos de acceso abierto para establecer que todos los resultados de investigaciones financiadas con fondos públicos o institucionales sean depositados en repositorios de acceso abierto inmediatamente después de su publicación, alineando a las prácticas con las recomendaciones de la UNESCO, con el objetivo de maximizar el acceso a los resultados de la investigación científica y la gestión de datos abiertos y crear directrices claras sobre la gestión y compartición de datos de investigación, velando por que los conjuntos de datos estén disponibles en formatos reutilizables y accesibles en repositorios institucionales logrando que los datos estén disponibles para toda la comunidad científica y el público en general.

También es importante abordar el fomento de la cultura de Ciencia Abierta, para esto las IES pueden tomar un papel activo en la promoción de la cultura mediante capacitación y concienciación que permita implementar programas de formación continua para docentes, investigadores y estudiantes sobre los principios y prácticas de la CA, incluyendo el uso de repositorios de acceso abierto, gestión de datos, y licencias de uso abierto. Otro mecanismo efectivo es integrar el compromiso estableciendo los criterios de evaluación de desempeño académico y profesional, recompensando a aquellos que adopten y promuevan prácticas de acceso abierto. Esto podría incluir incentivos como becas, premios o reconocimiento institucional.

Las IES deben revisar y, si es necesario, modificar sus políticas de propiedad intelectual para que estén en consonancia con los principios de Ciencia Abierta, tales como:

## **A. Licencias flexibles:**

Al promover su uso, se busca que los investigadores puedan compartir su trabajo de manera abierta, al mismo tiempo que protegen sus derechos de autor. La adopción de estas garantizan que los productos de investigación estén disponibles para su reutilización.

## **B. Equilibrio entre protección y acceso:**

Desarrollar políticas que equilibren la protección de los derechos de propiedad intelectual con la necesidad de acceso abierto, facilitan la adopción de modelos de negocio que no obstaculicen la compartición del conocimiento.

De igual manera, para invertir en el desarrollo y mantenimiento de infraestructuras tecnológicas que soporten la Ciencia Abierta, las IES deben garantizar políticas y reglamentos claros sobre sus mecanismos, como por ejemplo, establecer y mantener repositorios digitales que cumplan con los estándares internacionales de interoperabilidad y acceso abierto, como el protocolo OAI-PMH, para garantizar que los resultados de la investigación sean fácilmente accesibles y compatibles con otros sistemas globales y desarrollar plataformas digitales que faciliten la colaboración entre investigadores de diferentes disciplinas e instituciones, promoviendo así la ciencia interdisciplinaria y la participación en redes globales de conocimiento. Destinar una parte del presupuesto institucional a la implementación y mantenimiento de la infraestructura, así como a la formación del personal debe ser parte de la agenda reglamentaria interna de cada institución.

## **Criterios de acreditación y sus efectos sobre la implementación efectiva de la Ciencia Abierta en Ecuador**

El modelo de evaluación externa para la acreditación de las Instituciones de Educación Superior (IES) emitido por el CACES (2023), pone un énfasis considerable en el Criterio de Investigación e Innovación. Este criterio se desglosa en varios subcriterios, con un enfoque particular en la producción científica y académica. La evaluación se centra en indicadores como la Política de Investigación y Organización, los Proyectos de Investigación e Innovación con Financiamiento Externo o en Red, y los Resultados, Contribución e Impactos de la Investigación, Desarrollo e Innovación.

Uno de los puntos críticos al respecto, es cómo se valora la producción científica. La evaluación de la producción académica se realiza en función de la cantidad y calidad de publicaciones en revistas indexadas en bases de datos internacionales de alto impacto como Scopus y Web of Science (WoS). La exigencia de publicar en revistas que pertenecen a estos índices internacionales refleja un estándar global, pero también puede presentar desafíos significativos para las IES ecuatorianas, especialmente considerando las limitaciones de recursos y el contexto de desarrollo científico en el país.

La dependencia en índices como Scopus y WoS para la acreditación podría limitar el reconocimiento de otras formas de producción científica y de innovación que, aunque relevantes y de alta calidad, no se publican en estos

medios. Además, el enfoque en cuartiles, donde las revistas de mayor impacto reciben mayores puntuaciones, puede desalentar a los investigadores de participar en revistas emergentes o locales que podrían ser más accesibles o más pertinentes para la realidad ecuatoriana, pero que no tienen la misma visibilidad internacional.

El modelo de evaluación externa para las IES en Ecuador, que valora principalmente la producción científica en función de publicaciones en revistas de alto impacto indexadas en Scopus y Web of Science, introduce varios desafíos que, en lugar de incentivar la CA, pueden convertirse en sus enemigos, al enfocar la evaluación en la cantidad y la ubicación de las publicaciones en cuartiles de alto impacto, pueden distorsionar los objetivos de la investigación académica, priorizando la cantidad sobre la calidad y la relevancia social. El énfasis en la publicación de contenido científico en revistas de alto impacto, especialmente aquellas ubicadas en los cuartiles superiores, impulsa a los investigadores a maximizar su producción para obtener una mejor puntuación en las evaluaciones institucionales. Esta presión puede llevar a una serie de efectos adversos, como la "salami slicing", donde una investigación sólida se fragmenta en múltiples artículos menores para aumentar el conteo de publicaciones. Este fenómeno diluye la calidad de la investigación e incrementa el ruido académico, con un volumen alto de publicaciones de menor relevancia y originalidad.

Resultado de esto, la insistencia en publicaciones de alto impacto a menudo lleva a los investigadores a evitar proyectos innovadores o de alto riesgo que podrían tardar más en madurar o resultar en menos publicaciones inmediatas. En su lugar, los investigadores pueden optar por proyectos más seguros y convencionales que garanticen resultados publicables en revistas reconocidas, lo que limita la innovación y la exploración en nuevas áreas del conocimiento.

Un aspecto delicado de este sistema de evaluación es que muchas de las revistas de alto impacto están detrás de muros de pago y no son de acceso abierto. Publicar en estas revistas es generalmente gratuito para los autores, mientras que las revistas de acceso abierto a menudo requieren tarifas significativas de publicación (Article Processing Charges, APCs). Este hecho crea una paradoja: aunque la Ciencia Abierta promueve la accesibilidad y la difusión del conocimiento sin barreras, los incentivos para publicar en revistas gratuitas de alto impacto y acceso restringido son mayores. Esto desincentiva la publicación en revistas de este índole, que, aunque alineadas con los principios de la CA, no siempre ofrecen el mismo prestigio o impacto que aquellas indexadas en Scopus o WoS.

Finalmente, la estructura de incentivos orientada hacia revistas de alto impacto no considera adecuadamente la relevancia local o regional de la investigación, que podría tener un mayor impacto social si se publicara en re-

vistas de acceso abierto o en medios menos restrictivos. El resultado es una desconexión entre la investigación realizada y las necesidades sociales o regionales, con un conocimiento que, aunque de alto valor académico, permanece inaccesible para quienes más podrían beneficiarse de él.

### **Desconexión entre la investigación y las necesidades locales**

Como se mencionó anteriormente, el modelo de evaluación externa para la acreditación en Ecuador, al imponer la publicación en revistas indexadas en bases de datos internacionales de alto impacto como requisito clave, crea un marco que, paradójicamente, puede desincentivar la producción de investigaciones que respondan directamente a las necesidades y problemáticas locales. Este enfoque, centrado en cumplir con los estándares internacionales de investigación, tiene serias implicaciones para la especificidad y aplicabilidad de la investigación científica en el contexto ecuatoriano, y por extensión, para los principios de CA, participación ciudadana y gobierno abierto.

El impulso por cumplir con los estándares de publicación establecidos para la acreditación suele orientar la investigación hacia temas de interés global o que tienen un atractivo más universal, dejando de lado problemas específicos aplicables al contexto nacional. Esto se debe a que los temas locales o regionales, aunque cruciales para el desarrollo y bienestar del país, a menudo no tienen el mismo atractivo o relevancia para las audiencias internacionales que determinan los criterios de publicación en estas revistas. Como resultado, los investigadores pueden verse obligados a elegir entre perseguir una agenda de investigación que garantice publicaciones de alto impacto y otra que aborde directamente los problemas locales, con el riesgo de que la segunda opción no reciba el mismo reconocimiento académico ni contribuya al proceso de acreditación.

La Ciencia Abierta, por su propia naturaleza, aboga por la accesibilidad del conocimiento científico y por la participación de la ciudadanía en la producción y utilización de ese conocimiento. Sin embargo, cuando la investigación está dirigida exclusivamente a cumplir con los estándares de revistas internacionales, se pierde la oportunidad de involucrar a la sociedad en el proceso de investigación. Los ciudadanos y las comunidades locales, que son quienes más podrían beneficiarse de investigaciones que aborden sus problemas específicos, quedan marginados de este proceso. Esto anula efectivamente los principios de participación ciudadana y gobierno abierto, que son fundamentales para una ciencia que se produce para la sociedad y con la sociedad.

Por su parte, el énfasis en publicaciones internacionales en lugar de en medios locales también significa que los resultados de investigaciones relevantes para la comunidad local son menos accesibles para quienes los necesitan. Las

barreras idiomáticas, el acceso restringido a publicaciones internacionales y la falta de enfoque en la diseminación de resultados en plataformas abiertas significan que el conocimiento generado no llega a aquellos que podrían utilizarlo para generar cambios reales en su entorno. Esto contraviene uno de los pilares fundamentales de la CA: la democratización del conocimiento.

Las publicaciones en revistas de alto impacto como requisito clave para la evaluación y acreditación de las instituciones de educación superior (IES), se basa en la presunción de que estas revistas garantizan un proceso de revisión rigurosa, generalmente a través de la revisión por pares a doble ciego. Este proceso es visto como un estándar de calidad, asegurando que la investigación publicada ha sido evaluada por expertos en el campo y ha superado ciertos umbrales de rigurosidad científica. Así, se asume que las publicaciones en estas revistas son un indicador del nivel y la calidad de la investigación realizada por los docentes universitarios. Sin embargo, aunque este modelo tiene sus méritos, también presenta limitaciones significativas que requieren una revisión y actualización en cuanto a los criterios de puntuación y evaluación. La dependencia casi exclusiva de las publicaciones en revistas de alto impacto puede ser restrictiva y no siempre refleja adecuadamente la calidad o la relevancia de la investigación, lo que puede disuadir la participación en otras formas de comunicación científica y colaboración, como la Ciencia Abierta o la publicación en medios que, aunque no están indexados en bases de datos ampliamente reconocidas, tienen un impacto significativo en comunidades locales o en áreas de especialización emergentes.

Varias universidades e instituciones de investigación a nivel internacional han comenzado a cuestionar la supremacía de estas revistas de alto impacto como el único o principal criterio de calidad. Instituciones como la Universidad de Utrecht en los Países Bajos y la Universidad de California han implementado políticas internas que permiten una revisión rigurosa y personalizada de los trabajos de investigación, ajustada a las necesidades específicas de sus comunidades académicas (CEPAL; UCLA). Estas instituciones han decidido, en algunos casos, abandonar la dependencia exclusiva de las publicaciones en revistas de alto impacto, promoviendo en cambio sus propios estándares de evaluación que valoran la relevancia y el impacto social de la investigación, además de su calidad científica y han desarrollado sus propios procesos de revisión por pares, adaptados a las especificidades de sus programas de investigación, permitiendo una evaluación más contextual y relevante garantizando un alto nivel de rigurosidad científica, permitiendo que la investigación esté alineada con las necesidades locales y regionales, algo que las revistas de alto impacto globales no siempre pueden ofrecer.

En Ecuador, la implementación de nuevos criterios de evaluación que vayan más allá de la indexación en bases de datos internacionales es decisivo al momento de fomentar una investigación que cumpla con altos estándares de

calidad, sea relevante y aplicable a las realidades del país. Entendiendo que la evaluación de la calidad de la revisión por pares realizada dentro de las IES, la relevancia social y local de la investigación, y la promoción de publicaciones en repositorios y revistas de acceso abierto que, aunque no están indexados en las bases de datos tradicionales, tienen un impacto significativo en la comunidad académica y en la sociedad en general, puesto que la investigación científica no debe ser vista como un fin en sí misma, ni mucho menos como un mero ejercicio para llenar las páginas de una publicación estática que, una vez impresa, queda relegada al olvido. La verdadera esencia de la investigación radica en su capacidad para ser accesible, entendible y replicable, permitiendo que otros puedan construir sobre esos conocimientos y aplicarlos en contextos prácticos. Si una investigación no es accesible a la comunidad académica, a los profesionales de su campo, y al público en general, su valor se diluye. De igual manera, si los resultados no son claros y replicables, se pierde la oportunidad de validar y expandir el conocimiento.

La investigación debe trascender la publicación estática; debe tener una aplicación práctica y una continuidad que permita la evolución del conocimiento y la solución de problemas reales. Sin estos elementos, los recursos invertidos en la investigación se desperdician, y la ciencia se estanca en lugar de avanzar. La Ciencia Abierta, con su énfasis en la transparencia, el acceso libre, y la colaboración, nos recuerda que el conocimiento debe ser dinámico y en constante diálogo con el mundo, respondiendo a las necesidades de la sociedad y generando un impacto tangible. Sin esta perspectiva, la investigación corre el riesgo de convertirse en un ejercicio académico vacío, carente de propósito y relevancia.

## **Academia de Ciencias Ecuatoriana**

Una propuesta innovadora para evaluar la calidad de la investigación realizada por las Instituciones de Educación Superior (IES) ecuatorianas podría ser la creación de una Academia de Ciencias Ecuatoriana. Inspirada en modelos exitosos de otros países, esta academia estaría compuesta por científicos y académicos ecuatorianos que hayan alcanzado diversos niveles de mérito científico y académico a lo largo de sus carreras. Los miembros de esta academia serían seleccionados mediante un riguroso proceso basado en sus contribuciones significativas al conocimiento, su impacto en la comunidad científica y su compromiso con la educación y la investigación en el país.

## Objetivos de la Academia de Ciencias Ecuatoriana

Uno de los principales objetivos y funciones que presentaría la Academia, sería el desarrollo de criterios de evaluación de la producción científica contextualizados, es decir, la creación y actualización continua de los criterios de evaluación adaptados a la realidad y necesidades del país, considerando las publicaciones en revistas de alto impacto, la relevancia local, la aplicabilidad de los resultados, y la contribución a la sociedad. En este sentido, la evaluación contextualizada daría una equivalencia o un valor más adecuado a diversos tipos de resultados de investigación, desde artículos científicos hasta innovaciones tecnológicas, proyectos comunitarios, y trabajos interdisciplinarios. Otro podría ser el establecer un sistema de escalafones científicos dentro de sus miembros, otorgando reconocimiento a aquellos que han demostrado un impacto significativo en sus áreas de investigación, e incluir rangos como "Investigador Asociado", "Investigador Senior" y "Miembro Emérito", reflejando el avance y las contribuciones de cada científico a lo largo de su carrera para contribuir con la motivación a los investigadores a alcanzar mayores niveles de excelencia que también proporcionaría un marco claro para evaluar la calidad de la investigación en las IES ecuatorianas.

La Academia de Ciencias Ecuatoriana sería responsable de evaluar periódicamente la producción científica de las IES, asegurando que se alineen con los criterios nacionales de calidad y relevancia; de introducir revisiones por pares realizadas por expertos de la academia, adaptando los estándares de revisión a las particularidades de cada área de conocimiento y de la investigación realizada en Ecuador; y de desarrollar informes y recomendaciones que guíen a las IES en la mejora continua de sus procesos de investigación.

Un componente clave sería su compromiso con la Ciencia Abierta y la promoción de la investigación aplicada que responda a los desafíos locales y nacionales pero visibles a nivel internacional mediante una estrecha colaboración con otras organizaciones y redes académicas. La valoración de proyectos con un impacto significativo en la comunidad, accesibles para el público y que fomenten la participación ciudadana.

Dicho esto, la creación de la Academia de Ciencias Ecuatoriana proporcionaría una estructura sólida y contextualizada para la evaluación de la calidad de la investigación en el país. Al establecer criterios de evaluación que valoren la relevancia, la aplicabilidad y la accesibilidad de los resultados de la investigación, la academia ayudaría a asegurar que la ciencia en Ecuador cumpla con los estándares internacionales y contribuya de manera significativa al desarrollo sostenible del país y al bienestar de su población. Este enfoque permitiría a las IES ecuatorianas alinearse más estrechamente con los principios de la Ciencia Abierta y garantizar que la investigación realizada tenga un impacto real y duradero.

# Políticas de acceso abierto vs sistema de educación ecuatoriano

Las políticas de acceso abierto se enfrentan a desafíos relevantes al confrontarse con el Sistema de Educación Superior ecuatoriano. Aunque Ecuador ha adoptado e implementado ciertas políticas y normativas que apoyan la investigación y la educación, como la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) y el Reglamento de Régimen Académico, la realidad es que el sistema educativo y científico del país aún presenta trabas que limitan la implementación efectiva del acceso abierto.

Uno de los retos más evidentes es la infraestructura tecnológica y la falta de recursos financieros adecuados. El acceso abierto requiere plataformas tecnológicas de alto nivel y capacidad, y un sistema de gestión de datos que permita la publicación y conservación de la investigación científica en formatos abiertos. Sin embargo, muchas IES en Ecuador, especialmente aquellas fuera de los principales centros urbanos, carecen de los recursos necesarios para desarrollar y mantener estas infraestructuras. Esto crea una brecha considerable entre las políticas de acceso abierto y la capacidad real de las instituciones para implementarlas. Otro problema crítico es la desalineación entre las políticas de acceso abierto y los incentivos académicos actualmente vigentes en el país, como en el caso del modelo de evaluación externa de las IES, mismas que priorizan las publicaciones en revistas de alto impacto mayoritariamente de acceso restringido, debido a ello los investigadores optan por publicar en estos medios, que a menudo imponen altos costos de acceso para los lectores, en lugar de optar por revistas de acceso abierto. Esta elección está motivada por la necesidad de obtener puntajes altos en las evaluaciones de desempeño, lo que puede traducirse en financiamiento, promoción académica y prestigio institucional. El resultado es que, aunque las políticas globales y algunas nacionales promueven el acceso abierto, el sistema de educación superior del país, con su estructura de incentivos y evaluación, actúa en contra de estas políticas. Este conflicto limita la adopción de prácticas de CA y perpetúa un modelo en el que el conocimiento generado a través de la investigación financiada con fondos públicos no es accesible para el público general ni para los propios investigadores del país.

Este desajuste entre las políticas de acceso abierto y el sistema educativo afecta a los investigadores que tienen amplias implicaciones para la sociedad ecuatoriana. En un contexto donde la investigación aplicada puede tener un impacto real en áreas como la salud pública, la educación, el medio ambiente y el desarrollo económico; la falta de acceso a este conocimiento retrasa el avance de soluciones efectivas a los problemas locales, impide la participa-

ción ciudadana informada y limita la capacidad de las comunidades para beneficiarse directamente del trabajo académico que se realiza en el país.

Para que las políticas de acceso abierto se alineen efectivamente con el sistema de educación ecuatoriano, es necesario un cambio en los criterios de evaluación académica y en las políticas de incentivos. Esto podría incluir el reconocimiento y la valoración de publicaciones en revistas de acceso abierto, la creación de incentivos específicos para compartir datos de investigación de manera abierta y el desarrollo de repositorios institucionales. Además, el apoyo gubernamental y las alianzas estratégicas internacionales para superar las limitaciones tecnológicas y financieras. Mientras que las políticas de acceso abierto tienen el potencial de transformar la ciencia y la educación en Ecuador, su implementación efectiva requerirá reformas profundas en el sistema actual, como una reconfiguración de los incentivos académicos para que el acceso abierto se convierta en una práctica estándar y no en una excepción. Solo entonces se podrá asegurar que el conocimiento generado en Ecuador esté verdaderamente al servicio de su sociedad.

V

# FINANCIACIÓN Y SOSTENIBILIDAD PARA LA CIENCIA ABIERTA



## Financiación y sostenibilidad para la Ciencia Abierta

El Kit de Herramientas para la Ciencia Abierta propuesto por la UNESCO (2023) funciona como una guía integral para la implementación y sostenibilidad de este, a través de modelos de financiación adecuados. La recomendación principal se enfoca en la financiación colectiva y la gestión comunitaria de las infraestructuras científicas abiertas, lo que significa que los gobiernos e instituciones académicas deben coordinarse para diseñar, implementar y supervisar políticas de financiación que reflejen los valores y principios de la CA.

El documento destaca que el financiamiento debe ir más allá de los costos tradicionales asociados con la investigación, ya que se incluyen gastos de infraestructuras no comerciales, el apoyo a la publicación en acceso abierto, la conservación y archivo de datos, así como la capacitación de todos los actores involucrados en la investigación científica. Además, es crucial que estos modelos tengan en cuenta las desigualdades existentes y busquen promover la participación de instituciones y países menos privilegiados. Por esta razón, la UNESCO subraya la necesidad de revisar y adaptar los sistemas de financiación actuales para alinearlos con los valores de equidad, transparencia y colaboración por los que aboga la Ciencia Abierta. Se reconoce que algunos modelos actuales pueden generar costos adicionales, como las tarifas de procesamiento de artículos, lo que podría aumentar las desigualdades. Por ello,

la UNESCO propone que las estrategias de financiamiento también aborden estos desafíos, especialmente para países de renta baja y media.

Para contextualizar, es importante mencionar el caso de universidades que han implementado la Ciencia Abierta, que muestran cómo estas instituciones financian y mantienen sus procesos de implementación, adaptando estrategias a sus contextos específicos. La Universidad de Utrecht (2020), por ejemplo, ha desarrollado un ambicioso programa organizado en torno a cuatro pilares: acceso abierto, datos y software FAIR, compromiso público, y reconocimiento y recompensas. Este programa, iniciado formalmente en 2019, ha sido posible gracias a un enfoque estratégico que incluye la asignación de fondos específicos para cada pilar. La financiación proviene tanto de recursos institucionales como de colaboraciones con el gobierno neerlandés, que ha adoptado una postura proactiva hacia la Ciencia Abierta. La universidad también ha alineado sus incentivos y criterios de evaluación académica con los principios de CA, aportando a la sostenibilidad a largo plazo del programa.

Las principales organizaciones y fuentes de financiamiento que apoyan este programa, se presenta en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Formas de financiamiento al programas de Ciencia Abierta de la Utrecht*

<b>Fondos Utrecht</b>	<b>Financiamiento</b>
Fondo de Ciencia Abierta	Es un fondo interno que proporciona financiamiento para proyectos relacionados con la implementación de prácticas de Ciencia Abierta. Los proyectos reciben entre 10,000 y 15,000 euros, en dependencia de las áreas de enfoque (acceso abierto, datos y software FAIR, reconocimiento y recompensas, compromiso público y educación abierta).
Fondo de Innovación en Investigación FAIR IT	También administrado por la universidad, este fondo se centra en apoyar proyectos de tecnología de la información (IT) en investigación que cumplan los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Este fondo está destinado a mejoras en software, gestión de datos, y colaboración entre equipos de investigación.
Colaboraciones con el Gobierno Neerlandés	El programa también se beneficia de subvenciones y apoyo del gobierno neerlandés, que financia proyectos específicos y apoyo en la implementación de infraestructuras necesarias para mantener las prácticas de Ciencia Abierta a largo plazo.
Colaboraciones Internacionales	La universidad colabora con organizaciones y programas internacionales que promueven la CA, mediante asociaciones con otras universidades, organizaciones de investigación, y programas de financiamiento de la Unión Europea.

Estas fuentes de financiamiento y la infraestructura establecida permiten a la Universidad de Utrecht estar a la vanguardia en la implementación de la Ciencia Abierta, asegurando que sus proyectos se inicien y mantengan.

Otro caso es el de la Universidad Tecnológica de Gdansk, donde se introdujo una política de acceso abierto en 2018, centrada en archivar y almacenar todos los resultados de la investigación en su repositorio MOST Wiedzy. Este esfuerzo fue respaldado por la creación de una infraestructura digital robusta y la asignación de fondos específicos para su mantenimiento, provenientes tanto de fuentes institucionales como de subvenciones nacionales y europeas (EUA, 2021). La universidad ha logrado mantener la sostenibilidad del repositorio mediante la incorporación de estos costos en su presupuesto anual, asegurando así la continuidad del acceso abierto para sus investigadores.

Por su parte, aunque no es una universidad, el modelo de financiación de ASAP para la Ciencia Abierta es ilustrativo. ASAP financia equipos de investigación en todo el mundo para investigar sobre la enfermedad de Parkinson y exige el cumplimiento de políticas de CA (Dumanis et al., 2023). Los costos de implementación incluyen la contratación de gerentes de proyecto dedicados, que aseguran el cumplimiento de las políticas y facilitan la colaboración entre equipos. Además, financia estas posiciones y otras infraestructuras críticas, como la gestión de datos, a través de subvenciones específicas, colaborando con startups de inteligencia artificial para monitorear el cumplimiento de las prácticas, lo que demuestra un compromiso con la sostenibilidad y el seguimiento riguroso de sus principios.

## **Financiamiento para la Ciencia, Tecnología e Innovación en Ecuador: un análisis del proyecto eCIT**

El Proyecto de Inversión para el Desarrollo de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (eCIT), desarrollado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT, 2023), constituye un esfuerzo ambicioso para fortalecer la capacidad del Ecuador en estas áreas estratégicas. Este proyecto, diseñado para ejecutarse entre enero de 2023 y diciembre de 2025, cuenta con un presupuesto total de 5 millones de dólares, asignados a lo largo de tres años: 1.571.626 dólares en 2023, 1.739.187 dólares en 2024 y 1.689.187 dólares en 2025.

El contexto ecuatoriano en términos de ciencia, tecnología e innovación (CTI) se caracteriza por una baja inversión en investigación y desarrollo (I+D), que en 2014 representó apenas el 0,44% del PIB, comparado con promedios más altos en regiones como la OCDE. Además, el gasto en I+D ha mostrado una alta concentración en investigación aplicada (61,95%), mien-

tras que la investigación básica y el desarrollo experimental reciben menos atención. Los fondos provienen en su mayoría del gobierno (73,49%), seguido de la educación superior (21,84%) y en menor medida de fuentes extranjeras y privadas. Este panorama refleja una dependencia crítica del financiamiento público, limitando la capacidad de expansión y sostenibilidad de las actividades de I+D en el país (SENECYT, 2018).

El proyecto eCIT identifica varias deficiencias estructurales en el ecosistema de CTI en Ecuador. Entre los principales desafíos se encuentra la falta de pertinencia en la formación del talento humano y en la investigación, así como las precarias condiciones laborales y de reconocimiento de los investigadores. Además, la débil vinculación entre el Estado, la academia y el sector productivo limita la transferencia de tecnología y la innovación. El financiamiento insuficiente, la baja participación del sector privado en I+D, y las dificultades en la ejecución presupuestaria son también obstáculos críticos que el proyecto busca superar.

El proyecto se alinea con los objetivos estratégicos de la planificación nacional, que priorizan la mejora de la competitividad y la sostenibilidad a través del fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación, reflejado en la matriz de marco lógico del proyecto, que establece objetivos claros como el aumento de la inversión en I+D, la mejora de la infraestructura científica, y el desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas.

### **Potencial del proyecto eCIT para financiar la Ciencia Abierta**

El Proyecto de Inversión eCIT de la SENESCYT representa una plataforma prometedora que podría, con la orientación y ajustes adecuados, financiar y promover actividades de CA en Ecuador. Sin embargo, para que esto se convierta en una realidad efectiva, es necesario un análisis crítico de cómo las iniciativas dentro de este proyecto pueden alinearse con los principios y necesidades de la misma, y qué instituciones nacionales deberían estar a cargo de financiar y gestionar estas actividades. El eCIT establece una base que puede ser adaptada para incluir los principios de Ciencia Abierta, puesto que podría canalizar fondos hacia el desarrollo de repositorios digitales abiertos y plataformas de colaboración en línea que faciliten el intercambio de conocimiento. Sin embargo, para que esto sea viable, se necesita una adaptación consciente de los objetivos del proyecto hacia la creación de un entorno que favorezca la investigación, tomando en cuenta la asignación de fondos para la capacitación en prácticas de CA, la promoción de la interoperabilidad de los datos científicos y el apoyo a las publicaciones en acceso abierto, áreas clave donde el eCIT puede marcar la diferencia.

Uno de los más grandes desafíos del proyecto es su diseño, en vista de que este se orienta principalmente a fortalecer capacidades internas y mejorar la

competitividad a nivel nacional, mismas que no se ajustan a las prioridades y principios de la CA, enfocadas hacia la apertura y la colaboración internacional y fomentar a su vez la participación de la sociedad en el proceso científico, lo que debe ser considerado en las actividades financiadas por el proyecto. Otra consideración es la sostenibilidad. La CA no es un proyecto a corto plazo; requiere un compromiso continuo y recursos sostenibles. En este sentido, el proyecto eCIT podría desarrollar modelos de financiación que cubran los costos iniciales de implementación y aseguren el mantenimiento a largo plazo de las infraestructuras y las plataformas necesarias. Este enfoque podría incluir colaboraciones público-privadas y la creación de fondos específicos para la Ciencia Abierta, que permitan a los investigadores ecuatorianos participar activamente en este movimiento global, sin las restricciones económicas actuales.

En cuanto a las instituciones que deberían estar a cargo de la financiación, la SENESCYT es un actor evidente debido a su rol en la gestión de la educación superior y la investigación en el país. A pesar de ello, para que la CA prospere, es indispensable que otras entidades nacionales también participen activamente (Figura 17).

**Figura 17**

*Instituciones claves para la financiación de la CA en Ecuador*



- **Ministerio de Economía y Finanzas:** Juega un papel esencial en la asignación de recursos suficientes para iniciativas de CA, asegurando que el presupuesto nacional destinado a la ciencia y tecnología, esté dirigida a proyectos que la promuevan.
- **Consejo de Educación Superior (CES):** Integra la Ciencia Abierta como un criterio en la evaluación y acreditación de las IES, con el fin de incentivar a las universidades a adoptar sus políticas y garantizar la financiación para infraestructuras necesarias.
- **Corporaciones Nacionales y Privadas:** Las empresas y corporaciones nacionales, que se benefician del ecosistema de investigación del país, también deben ser incentivadas para apoyar financieramente la CA. Esto podría incluir aportes directos a la infraestructura de datos abiertos o la financiación de proyectos específicos que promuevan la transparencia y la accesibilidad.

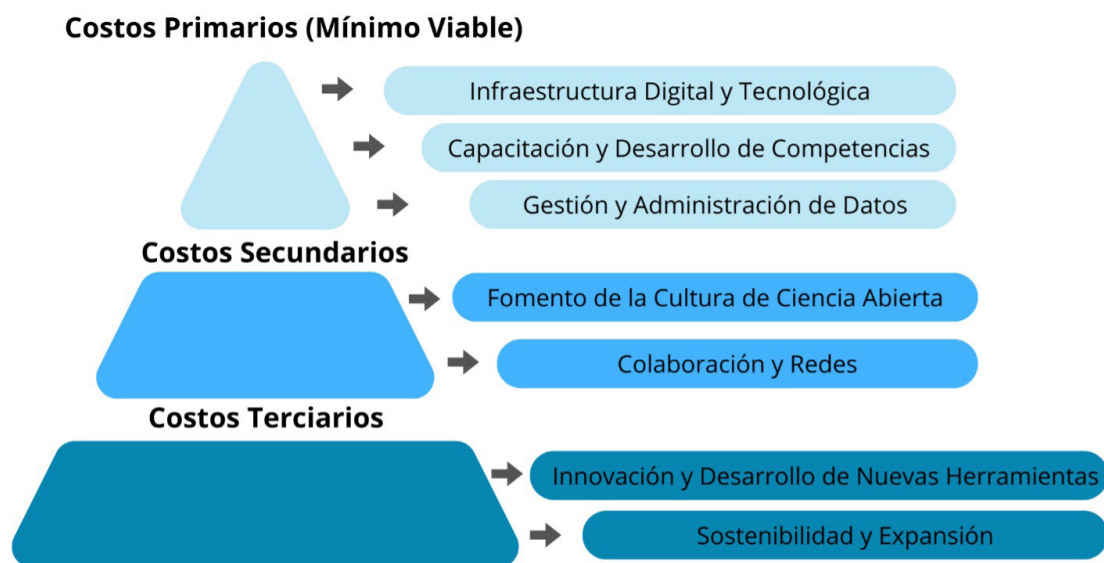
## **Costos por considerar para la implementación de CA en las IES Ecuatorianas**

La implementación de la Ciencia Abierta en cualquier Institución de Educación Superior en Ecuador requiere una planificación financiera cuidadosa y estratégica. Dado el contexto nacional, incluidas las limitaciones financieras y las regulaciones establecidas por la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) y el Reglamento de Régimen Académico, es crucial identificar los costos fundamentales y organizarlos de manera que se optimicen los recursos disponibles.

La implementación de la Ciencia Abierta en una IES ecuatoriana requiere además de una inversión significativa en infraestructura tecnológica, formación de competencias y gestión de datos, siendo estos los costos fundamentales para un funcionamiento mínimo viable. Los costos secundarios y terciarios, aunque no esenciales para la implementación inicial, son cruciales para su sostenibilidad y expansión a largo plazo. Esto quiere decir que, una planificación estratégica que organice estos costos en una pirámide de prioridades (Figura 18) permitirá a las instituciones maximizar sus recursos y avanzar de manera efectiva hacia una cultura académica más abierta y colaborativa.

## Figura 18

*Pirámide priorizada de gastos para la implementación de CA en IES del Ecuador*



Con el propósito de profundizar en la interpretación de la Figura 18, se presenta a continuación la descripción detallada de los elementos y componentes que integran los distintos niveles de gastos priorizados para la implementación de la Ciencia Abierta en las instituciones de educación superior del Ecuador.

La Tabla 17 organiza estos elementos en tres niveles: primarios, secundarios y terciarios. Los costos primarios corresponden al mínimo viable necesario para garantizar la operatividad de la Ciencia Abierta, incluyendo la infraestructura digital y tecnológica, la capacitación de competencias y la gestión de datos. En un segundo nivel, los costos secundarios se orientan al fomento de la cultura de la Ciencia Abierta mediante iniciativas de compromiso público, mecanismos de reconocimiento institucional y el fortalecimiento de la colaboración a través de redes y eventos académicos. Finalmente, los costos terciarios abarcan la innovación, el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas, la mejora de infraestructuras y la sostenibilidad a largo plazo.

En su conjunto, estos componentes evidencian tanto la complejidad como el carácter progresivo de la inversión requerida para consolidar y expandir la Ciencia Abierta en las instituciones de educación superior.

**Tabla 17***Elementos de gastos primarios, secundarios**y terciarios indispensables para la implementación de la CA*

	Componentes	Herramientas	Descripción
Costos Fundamentales (Mínimo Viable)	Infraestructura Digital y Tecnológica	Repositorios Digitales	La creación y mantenimiento de repositorios digitales que cumplan con los estándares de interoperabilidad (como el protocolo OAI-PMH) es esencial para almacenar, gestionar y compartir datos y publicaciones científicas y los costos asociados con servidores, software de gestión de repositorios (como DSpace o EPrints), y servicios de seguridad cibernética.
		Fondos de Publicación en Acceso Abierto	Se requiere un fondo para la publicación y distribución de investigaciones en acceso abierto, junto a la participación en revistas académicas y la capacitación del personal para gestionar estos procesos.
	Capacitación y Desarrollo de Competencias	Formación de Personal	Capacitar a docentes, investigadores, y personal administrativo en prácticas de Ciencia Abierta, gestión de datos, y uso de herramientas tecnológicas para que comprendan y puedan implementar efectivamente las políticas de CA.
		Creación de Guías y Protocolos	Desarrollo de manuales y protocolos para la gestión de datos, derechos de autor, y licencias abiertas, alineados con las regulaciones nacionales e internacionales.
	Gestión y Administración de Datos	Sistemas de Gestión de Datos de Investigación (RDM)	Implementación de sistemas para la gestión de datos FAIR, que incluyan la creación de planes de gestión de datos para todos los proyectos de investigación.
		Licencias y Propiedad Intelectual	Costos asociados con la gestión de licencias de uso abiertas y asesoría legal para garantizar que las publicaciones y datos cumplan con las normativas de propiedad intelectual en el contexto ecuatoriano.
Costos Secundarios	Fomento de la Cultura de Ciencia Abierta	Iniciativas de Compromiso Público	Desarrollo de programas que fomenten la participación ciudadana en la investigación, actividades de divulgación científica, ciencia ciudadana y programas educativos para sensibilizar sobre la importancia de la CA.
		Reconocimiento y Recompensas	Implementación de sistemas de incentivos para investigadores que publiquen en acceso abierto, como reconocimiento institucional, bonificaciones, o facilidades para la promoción académica.
	Colaboración y Redes	Redes Nacionales e Internacionales	Participación en redes de CA, tanto nacionales como internacionales, que permitan compartir recursos, mejores prácticas y colaborar en proyectos de investigación transfronterizos.
		Conferencias y Talleres	Organización y participación en eventos académicos que promuevan la CA, proporcionando un espacio para el intercambio de ideas y la creación de nuevas colaboraciones.
Costos Terciarios	Innovación y Desarrollo de Nuevas Herramientas	Desarrollo de Software Propio	Inversión en la creación o adaptación de software que facilite la gestión de datos abiertos y la publicación en acceso abierto, específicamente adaptado a las necesidades de la institución.
		Mejoras en la Infraestructura	Actualizaciones tecnológicas que vayan más allá de lo básico, como la implementación de tecnologías de inteligencia artificial para analizar grandes conjuntos de datos científicos o la creación de plataformas que permitan la visualización avanzada de datos.
	Sostenibilidad y Expansión	Planes de Sostenibilidad a Largo Plazo	Desarrollo de estrategias para asegurar la continuidad financiera de las iniciativas de CA, incluyendo la búsqueda de fondos externos, subvenciones internacionales, y colaboraciones público-privadas.
		Evaluación y Monitoreo	Costos asociados con la evaluación continua de las iniciativas de CA, asegurando que los objetivos se cumplan y que las prácticas se ajusten a las necesidades emergentes de la comunidad académica.

Para concluir, el financiar la Ciencia Abierta en Ecuador no es simplemente una opción más en el panorama de la investigación científica; es una necesidad imperiosa para aseverar que el país se mantenga al día con las tendencias globales en la producción, gestión y diseminación del conocimiento. Mediante esta además se promueve un ecosistema donde los resultados de la investigación están disponibles para todos, lo que se traduce en transparencia, colaboración y también equidad en el acceso a la información. Sin embargo, la realidad es que, en muchas ocasiones, el sistema político y gubernamental ecuatoriano se queda a deuda con la ciencia en general, y con la CA en particular, al privilegiar la financiación de proyectos de corto plazo que pueden ofrecer resultados inmediatos, pero que carecen de la sostenibilidad y la profundidad necesarias para transformar verdaderamente el entorno científico y académico del país.

La CA tiene un valor estratégico que va más allá de la simple publicación de artículos en acceso abierto. En un país como Ecuador, donde los recursos para la investigación son limitados, ofrece una forma eficiente de maximizar el impacto de esos recursos al hacer que los datos, resultados y metodologías estén disponibles para toda la comunidad científica, se evita la duplicación de esfuerzos, se facilita la colaboración interdisciplinaria y se acelera el avance del conocimiento. Además, es un capacitador crucial para la innovación, permitiendo que las ideas se transformen rápidamente en soluciones aplicables a problemas reales, especialmente relevante en contextos locales donde las necesidades son urgentes y específicas.

Uno de los grandes desafíos en la financiación de la CA en Ecuador es que, a diferencia de los llamados "proyectos trofeo" que buscan resultados inmediatos para generar reconocimiento político o institucional, la CA es un proyecto de largo plazo y su instauración implica la creación de infraestructuras, la formación continua de talento humano, y la creación de políticas y sistemas de incentivos que tomen años, o incluso décadas, en consolidarse. Este tipo de inversión a largo plazo no siempre es atractiva para los tomadores de decisiones, quienes a menudo buscan logros rápidos que puedan ser capitalizados políticamente.

Este enfoque cortoplacista, sin embargo, es miope. Aunque los resultados tangibles de la CA pueden no ser inmediatos, los beneficios a largo plazo son invaluableles. Un sistema robusto de CA permitiría a Ecuador integrarse de manera más efectiva en redes globales de conocimiento, atraer talento internacional y, lo más importante, generar un impacto real en la sociedad a través de la aplicación de investigaciones pertinentes y accesibles. Además, un enfoque en la CA ayudaría a democratizar el acceso al conocimiento, superando barreras geográficas, económicas y sociales que actualmente limitan la participación de amplios sectores de la sociedad ecuatoriana en la ciencia.

El sistema político y gubernamental ecuatoriano, al concentrarse en proyectos de corto plazo que prometen resultados inmediatos, corre el riesgo de perpetuar un ciclo de dependencia y subdesarrollo científico. Este enfoque subestima la importancia de la inversión sostenida en ciencia y tecnología y descuida la necesidad de crear un entorno científico resiliente y autosuficiente. La CA, con su énfasis en la colaboración y la apertura, ofrece un camino hacia la autosuficiencia científica, pero para ello necesita un compromiso real y sostenido en términos de financiamiento y apoyo institucional. La falta de visión a largo plazo también se refleja en la falta de infraestructuras adecuadas y en la escasa promoción de la cultura de CA entre los investigadores y las instituciones. Mientras que otros países avanzan hacia un modelo de ciencia más abierto y colaborativo, Ecuador corre el riesgo de quedarse atrás si no ajusta su enfoque hacia una financiación más estratégica y sostenible.

Financiar la Ciencia Abierta en Ecuador no es solo una necesidad técnica, sino una obligación moral y estratégica. Es una apuesta por un futuro donde el conocimiento sea un bien común, accesible para todos y capaz de generar un impacto real en la sociedad. Sin embargo, para que esta apuesta tenga éxito, es necesario que el sistema político y gubernamental ecuatoriano supere la tentación de financiar únicamente proyectos que ofrezcan resultados inmediatos, y en su lugar, invierta en la construcción de un sistema científico abierto, colaborativo y sostenible que verdaderamente beneficie al país en el largo plazo.



VI

CULTURA  
Y EDUCACIÓN  
EN INVESTIGACIÓN



## Base legal de la investigación en Ecuador

En Ecuador, la figura del investigador está claramente definida y regulada por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). Según las normativas y reglamentos vigentes, un investigador es una persona que se dedica a actividades científicas y de desarrollo tecnológico, y que ha sido formalmente acreditado y categorizado por la SENESCYT. Establece un sistema de registro y categorización para reconocer a un individuo como investigador en el país. Para ser categorizado como investigador, el individuo debe cumplir con ciertos requisitos clave, como la posesión de un título de maestría o PhD registrado, la publicación de artículos científicos en revistas indexadas y la participación en proyectos de investigación de relevancia. Además, existen diferentes niveles de categorización, desde investigadores auxiliares hasta investigadores principales, cada uno con sus propios criterios específicos. Estos niveles reflejan la trayectoria y contribución del investigador al campo científico y su capacidad para liderar proyectos de investigación de alto impacto.

Este proceso es importante para validar el rol del investigador dentro del sistema nacional de ciencia y tecnología y acceder a los beneficios e incentivos que ofrece el Estado, como financiamiento para proyectos de investigación y otros recursos. Algunos de los requisitos específicos para la acreditación incluyen:

- Tener un título de maestría o doctorado registrado en la SENESCYT.
- Haber publicado artículos en revistas científicas indexadas internacionalmente.
- Contar con experiencia comprobada en investigación y desarrollo tecnológico, usualmente de al menos un año.
- Para niveles más altos, como el Investigador Principal 1, se requiere haber dirigido tesis doctorales y proyectos colaborativos entre instituciones.

Estos requisitos demuestran que los investigadores posean el conocimiento académico necesario y la experiencia práctica en la generación de nuevo conocimiento científico y su aplicación en el desarrollo tecnológico.

El sistema de categorización y acreditación es de suma importancia, porque permite a los investigadores acceder a una estructura de escalafón que influye en su remuneración y oportunidades dentro del sector público, además de facilitar su participación en redes de investigación a nivel nacional e internacional. Este sistema promueve la excelencia y la rigurosidad científica, asegurando que los investigadores acreditados puedan contribuir de manera efectiva al avance del conocimiento en el país; esencial para mantener la calidad de la investigación científica en Ecuador y alinear los esfuerzos de los investigadores con los objetivos estratégicos de desarrollo del país, tal como lo estipula el Plan Nacional de Desarrollo.

Las políticas y leyes que respaldan la investigación científica en Ecuador forman un marco normativo diseñado para promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, considerados ejes fundamentales para el progreso del país. Estas normativas están alineadas con la Constitución y se desarrollan a través de leyes específicas y planes nacionales que establecen directrices para las actividades investigativas en las Instituciones de Educación Superior (IES) y otros organismos de investigación.

La Tabla 18 contempla los instrumentos legales que rigen la investigación científica en el país.

**Tabla 18***Instrumentos legales que enmarcan y regulan la investigación en Ecuador*

<b>Norma regulatoria</b>	<b>Descripción</b>
Constitución de la República del Ecuador	La Constitución de la República del Ecuador, en sus artículos 385, 387 y 388, establece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales con el fin de generar, adaptar y difundir conocimientos y tecnologías que contribuyan al desarrollo nacional, a la mejora de la calidad de vida de la población, y al fortalecimiento de la soberanía y la diversidad cultural. El Estado tiene la obligación de promover la investigación científica y tecnológica, y la difusión de sus resultados para beneficio de la sociedad, razón por la cual, el Estado destina anualmente los recursos necesarios para su cumplimiento.
Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)	La LOES establece en su artículo 5 que el sistema de educación superior debe promover, coordinar y desarrollar la investigación científica y tecnológica, la innovación y la transferencia de tecnología. El artículo 137 manda que las IES destinen recursos suficientes para financiar actividades de investigación, creación de fondos específicos e implementación de incentivos para los investigadores, como la categorización y políticas de propiedad intelectual.
Plan de Desarrollo Nacional Toda una Vida 2017-2021	El Plan Toda una Vida integra la ciencia, la tecnología y la innovación como pilares clave para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible en Ecuador. Se orienta hacia la investigación en áreas prioritarias como la salud, la educación, la agricultura y el medio ambiente, promoviendo la colaboración entre universidades, sector público e industria.
Reglamento de Selección y Adjudicación de Programas y/o Proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D), financiados o cofinanciados por la SENECYT	Este reglamento establece las normas y procedimientos para la asignación de fondos a proyectos de investigación, financiados o cofinanciados por la SENESCYT. Se destacan principios como la responsabilidad, la ética, la transparencia y la eficiencia en el proceso de selección y adjudicación de recursos (Art. 1). La SENESCYT es responsable de administrar los fondos a través de convocatorias, tanto abiertas como cerradas (Art.4). Los postulantes deben cumplir las condiciones y requerimientos establecidos y cada propuesta es firmada por el representante legal de la IES postulante y el director del proyecto, como garantía de su responsabilidad y compromiso en el proceso (Art. 9); en casos de investigación compartida, se requiere la presentación de un contrato que detalle la asociación y el grado de responsabilidad de cada entidad. Además, los artículos 10 y 11 del reglamento estipulan la evaluación técnica y financiera de los proyectos, realizada por un equipo interdisciplinario de la institución. Además, se contemplan mecanismos de seguimiento y control, incluyendo visitas in situ y auditorías, para asegurar la correcta ejecución de los proyectos financiados (Capítulo IX). Se establecen también disposiciones claras sobre la propiedad intelectual y los derechos de los investigadores y las instituciones involucradas.

Las leyes, reglamentos y políticas que rigen la investigación científica en Ecuador tienen una influencia profunda en la cultura del investigador ecuatoriano, moldeando sus prácticas y prioridades y su percepción del rol que la ciencia juega en el desarrollo del país y establece un marco dentro del cual los investigadores operan, definiendo las expectativas y los parámetros que guían su trabajo.

La LOES y sus disposiciones específicas imponen una serie de obligaciones a las instituciones de educación superior, que se trasladan directamente a los investigadores. Al exigir la dedicación de recursos suficientes para la investigación y la innovación, y al promover la transferencia de tecnología y la colaboración entre el sector público y privado, la LOES establece un ambiente donde la investigación debe ser tanto rigurosa como orientada a resultados tangibles. Para el investigador ecuatoriano, esto significa que su trabajo es continuamente evaluado por su calidad científica, relevancia y capacidad para generar beneficios concretos. Además, se han instituido mecanismos de categorización y acreditación que tienen un impacto relevante en la carrera del investigador. La posibilidad de acceder a fondos, ascender en la carrera académica, o participar en redes internacionales de investigación depende en gran medida de cómo se cumplan con estas normativas. Esto introduce una cultura de competencia y excelencia, donde los investigadores están motivados a producir resultados que cumplan con los estándares nacionales e internacionales, al mismo tiempo que buscan contribuir al desarrollo del país.

El Reglamento de Selección y Adjudicación, añade otra capa a la cultura del investigador ecuatoriano, especialmente en lo que respecta a la gestión y administración de proyectos, pues exige que los proyectos presentados para financiamiento sean técnicamente sólidos, financieramente viables, y alineados con las prioridades nacionales. Como resultado, los investigadores en Ecuador deben ser científicos competentes, gestores eficientes que puedan diseñar, planificar y ejecutar proyectos de manera que maximicen los recursos disponibles.

Esta regulación fomenta una cultura de planificación estratégica y responsabilidad financiera entre los investigadores. Además, la necesidad de cumplir con los informes técnicos y financieros periódicos, así como de someterse a auditorías y evaluaciones in situ, logrando transparencia en la rendición de cuentas que es fundamental para mantener la confianza en el sistema de financiamiento de la ciencia y la tecnología en el país.

Finalmente, las políticas nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo, enfatizan la importancia de la innovación y la transferencia de tecnología como motores del desarrollo sostenible. Para el investigador ecuatoriano, esto se traduce en una cultura donde la investigación se ve como un medio para generar conocimiento nuevo, como un puente entre la ciencia y la industria, entre el laboratorio y la sociedad. Los investigadores están incentivados a pensar en términos de aplicabilidad y transferencia, buscando que sus descubrimientos sean publicados e implementados y utilizados para resolver problemas reales.

# Alineaciones de las leyes y reglamentos sobre la investigación en Ecuador con la Ciencia Abierta

Las políticas y reglamentos que rigen la investigación científica en Ecuador han sido diseñados para promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Sin embargo, cuando se analizan desde la perspectiva de la Ciencia Abierta, surgen tensiones y desafíos que revelan tanto alineaciones como obstáculos en su implementación. Mientras algunas disposiciones parecen facilitar un entorno propicio para la CA, otras revelan limitaciones significativas que podrían retrasar su adopción efectiva y sostenible.

En primer lugar, la Constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) proporcionan un marco general que, en teoría, podría apoyar su implementación. La Constitución, destaca la importancia de la difusión del conocimiento y la investigación científica al servicio de la sociedad. Además, la LOES, con su énfasis en la generación, difusión y transferencia de conocimientos, establece las bases para una infraestructura de Ciencia Abierta al exigir a las IES que promuevan la investigación y la innovación, y al fomentar la colaboración entre el sector público y privado, crea un contexto en el que estas prácticas podrían florecer, particularmente en la promoción de la accesibilidad y la reutilización del conocimiento científico. No obstante, a pesar de estas alineaciones teóricas, un análisis más profundo revela varias áreas donde las políticas y reglamentos actuales podrían retrasar su implementación efectiva.

Uno de los principales desafíos radica en el enfoque fuertemente regulado y burocrático que subyace en estos reglamentos, particularmente en el Reglamento de Selección y Adjudicación de Programas y/o Proyectos de I+D, ya que impone una serie de requisitos y procesos administrativos que, si bien impulsan la transparencia y el uso eficiente de los recursos, también pueden generar barreras para la adopción de prácticas más abiertas y flexibles. La rigidez en la presentación, evaluación y seguimiento de proyectos podría desincentivar a los investigadores a adoptar la CA, especialmente si perciben que la burocracia adicional no se traduce en beneficios tangibles para sus investigaciones. Asimismo, el enfoque en la evaluación técnica y financiera que se enfatiza en estos reglamentos puede limitar la experimentación y la innovación, elementos clave de la Ciencia Abierta. La necesidad de conformarse a criterios estrictos de viabilidad técnica y financiera podría llevar a

una aversión al riesgo entre los investigadores, quienes podrían preferir adherirse a métodos más tradicionales que aseguren el financiamiento, en lugar de explorar enfoques más abiertos y colaborativos que pueden ser vistos como menos seguros o más difíciles de justificar en términos convencionales.

Otro aspecto crítico es la falta de una política explícita de apoyo a la Ciencia Abierta dentro de estas normativas. Aunque la LOES y otras políticas promueven la investigación y la difusión del conocimiento, no existe un mandato claro que impulse la adopción de CA como una estrategia nacional, debido a la ausencia de incentivos específicos orientados a estas prácticas, significa que los investigadores y las instituciones tienen poca motivación para adoptarlas, especialmente cuando los sistemas de evaluación y financiamiento están más alineados con la producción científica tradicional. Por otro lado, las políticas actuales no abordan adecuadamente la necesidad de la infraestructura tecnológica que la soporte. La falta de un marco claro para la creación y mantenimiento de repositorios digitales de acceso abierto y la interoperabilidad de datos científicos limita la capacidad de las IES para adoptarla. Sin un apoyo explícito para la construcción de estas infraestructuras, la instauración de CA depende en gran medida de las capacidades y recursos individuales de las instituciones, generando desigualdades significativas en su adopción.

Por lo tanto, las políticas y reglamentos que rigen la investigación en la práctica, presentan desafíos importantes que pueden retrasar su implementación. Para alinear más efectivamente estas normativas con los principios de la CA, es necesario un compromiso más claro y decidido por parte del gobierno y las instituciones, que incluya la creación de políticas explícitas, la simplificación de procesos administrativos y la inversión en infraestructuras que faciliten el acceso abierto y la colaboración científica.

## **Estudio bibliométrico de la producción científica de investigadores en Ecuador**

La investigación científica en Ecuador ha experimentado un desarrollo considerable en las últimas décadas, reflejando los esfuerzos del país por fortalecer su capacidad en ciencia, tecnología e innovación. Sin embargo, para comprender en profundidad la evolución de la cultura investigativa ecuatoriana y los retos aún vigentes, se vuelve esencial realizar un análisis bibliométrico de la producción científica en el país, en vista de que este tipo de análisis proporciona una visión cuantitativa y cualitativa de la dinámica de la investigación en el país, permitiendo identificar patrones, tendencias y áreas de especialización, así como evaluar el impacto y la colaboración internacional.

El presente análisis se enfoca en la producción de artículos publicados en los últimos 50 y 10 años, utilizando la base de datos Scopus.

A través de este análisis, se busca cuantificar la producción científica del país, explorar la estructura de colaboración entre investigadores, la distribución temática de las publicaciones, y el impacto de la investigación ecuatoriana en el ámbito global. Los resultados de este análisis bibliométrico proporcionarán una base sólida para la reflexión sobre las fortalezas y debilidades del sistema de investigación en Ecuador, y servirán como punto de partida para diseñar estrategias que promuevan una cultura de investigación más robusta y alineada con los principios de la Ciencia Abierta.

**Tabla 19**

*Criterios de búsqueda utilizados en Scopus para el análisis bibliométrico sobre la investigación en los últimos 50/10 años producida en Ecuador*

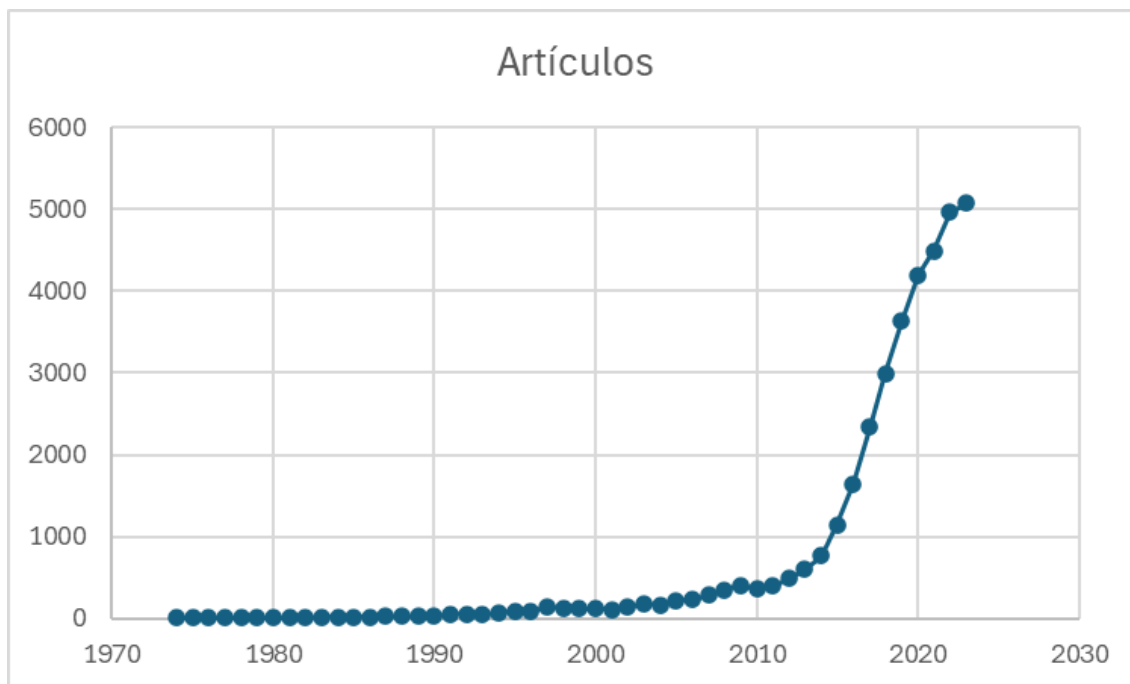
<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
"AFFILCOUNTRY(Ecuador)"	Se incluye en los resultados de búsqueda únicamente aquellos documentos en los que al menos uno de sus autores esté afiliado a una Institución ecuatoriana.
"DOCTYPE(ar)"	Se limita la búsqueda exclusivamente a artículos científicos tomando el enfocarse en torno a la producción que ha pasado por un proceso riguroso de revisión por pares, muestra del estándar de calidad y relevancia. Se excluyen otros tipos de documentos como conferencias o revisiones que, aunque importantes, pueden no reflejar el mismo nivel de impacto académico.

El análisis basado en el número de artículos publicados por año (de los últimos 50 años); ha revelado una tendencia de crecimiento sostenido en la investigación científica del país. Desde la década de 1970, cuando la producción anual era escasa, con menos de 10 artículos publicados en muchos años, se observa un aumento gradual que se acelera notablemente a partir de los años 2000. Este crecimiento se vuelve exponencial en la última década, alcanzando su punto máximo en 2023 con 5,070 artículos publicados. Este incremento refleja un fortalecimiento significativo de la capacidad investigativa del país, así como un mayor acceso a recursos y plataformas de difusión científica. Es importante destacar que se ha descartado el año 2024 en este análisis, dado que al no estar concluido podría introducir un sesgo en la interpretación de los datos.

La gráfica que se presenta a continuación (Figura 19), ilustra claramente esta evolución, destacando el avance sustancial de la producción científica ecuatoriana, especialmente en los últimos cinco años, lo que indica una tendencia positiva hacia la consolidación de una cultura de investigación en el país.

**Figura 19**

*Evolución en la producción investigativa ecuatoriana desde 1970 a nuestros días*



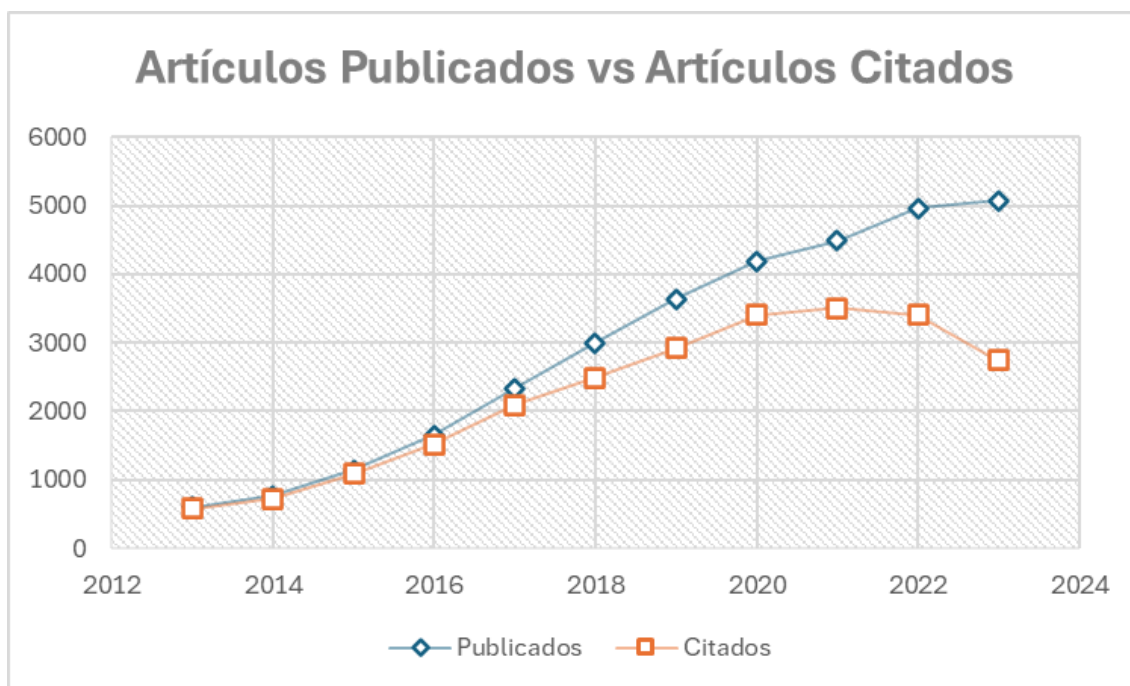
El notable incremento en la producción científica de Ecuador, especialmente desde 2010, puede atribuirse a varias reformas políticas y cambios institucionales clave que han impulsado la investigación en el país. Uno de los factores determinantes fue la implementación de políticas públicas más sólidas y una mayor inversión en Educación Superior a partir del período del 2007, por efecto de la creación de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), que ha jugado un papel importante en el financiamiento y regulación de la investigación en Ecuador.

Otro hito a considerar fue la introducción de nuevos marcos regulatorios, como el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que promueve la investigación y la innovación con un enfoque en la equidad y el acceso abierto al conocimiento. Estas reformas se alinearon con un aumento significativo en la financiación pública para la investigación y la mejora de la infraestructura en las Instituciones de Educación Superior. Asimismo, la creación de un sistema de acreditación más riguroso para las universidades, que incluye la evaluación de su producción científica, incentivó a las instituciones a incrementar su output de publicaciones para mejorar su clasificación y prestigio. Este sistema, junto con la obligatoriedad de contar con cuerpos académicos fuertes y productivos, impulsó a las universidades a fomentar la investigación y publicar en revistas de alto impacto, reflejado en el crecimiento exponencial en la publicación de artículos científicos desde el inicio de la última década (Corral, 2021).

Es indispensable analizar la relevancia o impacto que tuvieron los productos científicos publicados, por ello se realizó un análisis de los artículos publicados versus los artículos citados entre 2013 y 2023, que constatan una serie de tendencias interesantes en cuanto a la calidad y el impacto de la investigación científica percibida por la comunidad científica internacionalmente.

### Figura 20

*Gráfica comparativa entre artículos ecuatorianos publicados Vs citados del periodo 2013-2023*



En primer lugar, observamos un incremento constante en el número de artículos publicados cada año, con un aumento significativo en la producción desde 2018, probablemente impulsada por la necesidad de cumplir con los criterios de acreditación universitaria.

Sin embargo, al analizar la relación entre los artículos publicados y los citados, se aprecia que, aunque el número de publicaciones ha aumentado drásticamente, el crecimiento en el número de citas no ha sido tan rápido. Por ejemplo, en 2023, se publicaron 5070 artículos, pero solo 2740 de ellos fueron citados. Esta disparidad sugiere que, aunque la producción ha crecido, no todos los artículos están logrando un impacto significativo en la comunidad científica global.

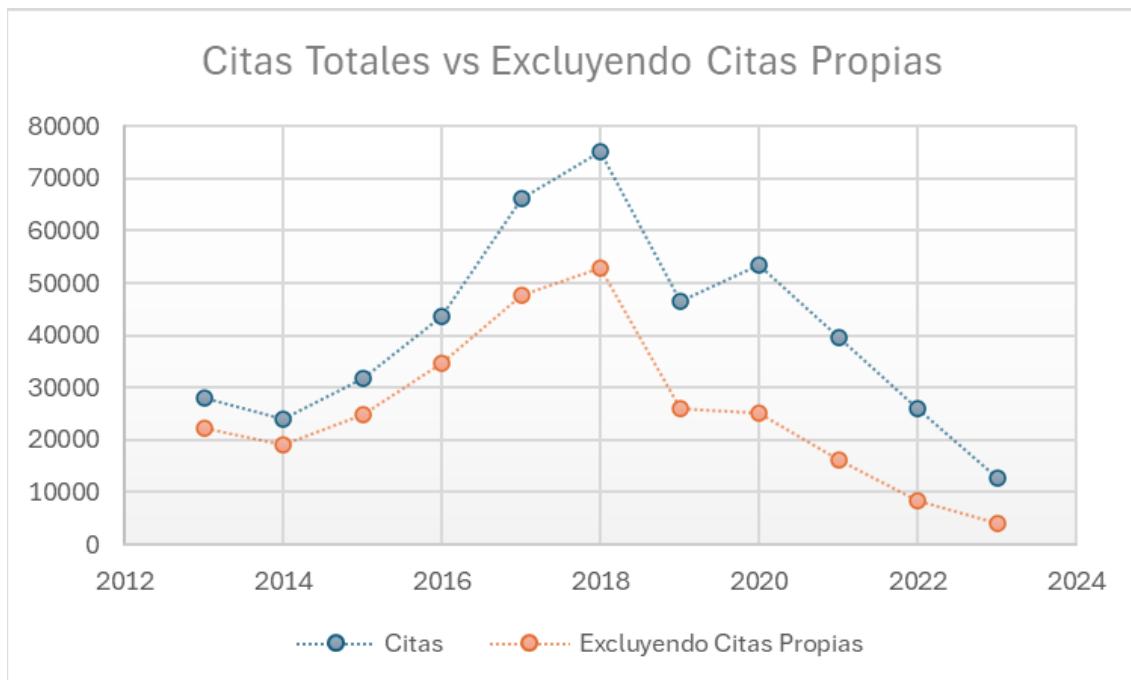
Esta tendencia puede interpretarse de varias maneras. En un sentido positivo, el aumento en las citas, aunque más lento, indica que hay un núcleo de publicaciones que están siendo reconocidas y utilizadas por otros investigadores, lo que es un buen indicador de la calidad y relevancia de ciertas investigaciones. A pesar de ello, el hecho de que una gran proporción de artí-

culos publicados no están siendo citados podría reflejar una variabilidad en la calidad de las publicaciones o que algunos artículos no están llegando a una audiencia suficientemente amplia o relevante. Es también posible que el incremento en la producción esté siendo impulsado por la presión institucional para publicar, resultando en publicaciones que, si bien cumplen con los requisitos formales, no necesariamente presentan innovación o no están alineadas con los temas más novedosos en sus respectivas áreas. Este fenómeno es común cuando las políticas de evaluación académica se centran en la cantidad de publicaciones en lugar de su calidad o impacto. Más aun, aunque el aumento en la producción científica es signo de un sistema de investigación en expansión, todavía quedan medidas que plantear para garantizar que este crecimiento se traduzca en un impacto real, con el incremento del número de publicaciones, una muestra de alta calidad y relevancia para la comunidad científica global.

Ahora, realizamos un análisis de las citas totales comparándolas con su totalidad, excluyendo las citas propias, es decir, citas realizadas por los autores de los artículos en otros trabajos realizados por ellos. Tomando nuevamente la producción científica ecuatoriana generada entre 2013 y 2023; mediante este análisis se infieren aspectos importantes sobre el impacto y ética investigativa en el país.

**Figura 21**

*Gráfica comparativa entre citas totales que excluyen citas propias en el periodo 2013-2023*



Primeramente, se observa que el número total de citas por año ha mostrado una tendencia ascendente significativa, especialmente en el período 2016-2020. Este aumento sugiere un mayor reconocimiento y utilidad de la investigación ecuatoriana a nivel global. No obstante, al comparar las citas totales con las citas que excluyen las citas propias, se evidencia una diferencia notable. Por ejemplo, en 2021, de las 39,645 citas totales, apenas 16,124 son citas que no provienen de los propios autores. Esta tendencia de autocitación es considerable, y aunque la autocitación es una práctica común y, en muchos casos, necesaria para construir sobre investigaciones anteriores del mismo autor, un alto nivel de autocitación puede indicar una dependencia excesiva en la propia obra para inflar el impacto aparente de una publicación.

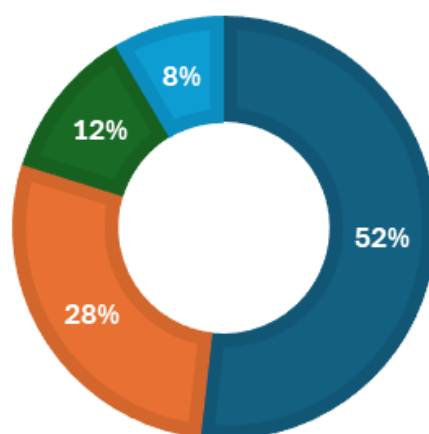
El elevado porcentaje de citas propias plantea cuestiones sobre la ética investigativa y las prácticas de los investigadores ecuatorianos. Un alto nivel de autocitación puede ser interpretado como un intento de manipular métricas de impacto, perjudicando la percepción de la calidad de la investigación. La integridad científica requiere que las citas sean una representación justa del reconocimiento y la influencia que una obra tiene en la comunidad académica más amplia, y no simplemente un medio para mejorar artificialmente el perfil de un investigador o institución.

Continuando con el análisis de las publicaciones de acceso abierto, se muestra una clara preferencia entre los investigadores ecuatorianos por ciertos modelos, puesto que de los 39,643 artículos totales analizados, 13,687 han sido publicados bajo el modelo Gold Open Access, lo que indica que una porción considerable de la investigación ecuatoriana está siendo publicada en revistas donde el contenido es libre al público desde el momento de su publicación. Este modelo es ideal para maximizar la visibilidad y el impacto de la investigación, aunque a menudo implica costos de publicación (APCs) que pueden ser una barrera para algunos investigadores.

**Figura 22**  
*Modelos de publicación Open Access preferidos por los investigadores ecuatorianos*

## PUBLICACIONES OPEN ACCESS

■ Gold Open Access ■ Green Open Access ■ Hybrid Gold OA ■ Bronze Open Access



El Green Open Access, con 7,409 publicaciones, muestra que una cantidad considerable de investigadores opta por autoarchivar sus artículos en repositorios abiertos después de la publicación en revistas tradicionales. Este modelo es notable porque permite que los artículos sean accesibles sin costo adicional, aunque puede haber un embargo temporal impuesto por las revistas. Por su parte, El Hybrid Gold OA, con 3,083 artículos, representa un modelo intermedio donde los autores o sus instituciones pagan para que un artículo específico, en una revista tradicional, sea de acceso abierto, mientras que el resto de la revista sigue bajo suscripción; aumentando la accesibilidad de artículos específicos, aunque los altos costos asociados pueden limitar su uso. Por último, el Bronze Open Access, con 2,254 artículos, es menos representativo. Este modelo implica que los artículos son accesibles gratuitamente, pero sin una licencia clara de reutilización, lo que puede limitar su impacto y réplica de uso en la comunidad científica.

En conjunto, estos datos sugieren que aunque hay un compromiso creciente con la CA en Ecuador, la adopción de diferentes modelos de acceso abierto varía según las circunstancias y recursos disponibles para los investigadores. La preferencia por el Gold Open Access indica una inclinación hacia la maximización de la visibilidad y repercusión, aunque las barreras financieras pueden estar limitando una adopción más amplia. Estos resultados también subrayan la necesidad de políticas institucionales que apoyen financieramente la publicación en acceso abierto y fomenten el uso de repositorios de acceso verde para democratizar aún más el acceso al conocimiento científico en el país.

# Actitudes y prácticas de los investigadores ecuatorianos hacia la CA

En 2024 se realizó una encuesta sobre las percepciones y prácticas de la comunidad científico-académica en torno a la Ciencia Abierta, efectuada por la Fundación Openlab Ecuador en colaboración con varios actores del cogobierno de Ecuador. Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el grado de conocimiento, aceptación e implementación de los principios de la CA entre los investigadores ecuatorianos a nivel nacional. La motivación detrás de esta radica en la necesidad de entender las barreras y oportunidades que existen para su adopción, con miras a desarrollar políticas y estrategias que fomenten su integración efectiva en la cultura investigativa nacional.

Tras el análisis de la encuesta se presentó el Informe del estado de la Ciencia Abierta en Ecuador, el cual reveló que aunque existe un conocimiento general sobre los conceptos y beneficios de la Ciencia Abierta, su implementación práctica en las instituciones académicas y de investigación es limitada. Los resultados mostraron que la mayoría de los encuestados reconocen la importancia de esta, especialmente en términos de transparencia, reproducibilidad y colaboración en la investigación, sin embargo, existe un desfase entre el reconocimiento teórico de estos principios y su aplicación en la práctica. Esto se evidencia en la baja proporción de investigadores que han participado activamente en iniciativas referentes o que han implementado prácticas sostenibles a largo plazo en su labor investigativa.

Uno de los hallazgos más importantes que expone el informe se basa en que, a pesar de que la mayoría de los encuestados está familiarizada con términos como "datos abiertos" y "ciencia ciudadana", muchos todavía perciben la Ciencia Abierta como un concepto emergente y no como una práctica integrada en su trabajo cotidiano. Además, la falta de políticas institucionales claras y de recursos crean una traba significativa para su adopción. El informe también aborda aspectos como la infraestructura, señalando que existen repositorios y herramientas tecnológicas, pero en su mayoría, los investigadores tienden a almacenar sus datos en dispositivos personales. Esto resalta la necesidad de desarrollar y promover el uso de infraestructuras compatibles, que permitan un mejor acceso y uso compartido de los datos.

En cuanto a la sostenibilidad, el estudio indica que es necesario un mayor esfuerzo para educar y capacitar a los investigadores en el uso de infraestructuras abiertas, así como en la implementación de políticas que la promuevan en las instituciones. La falta de estándares claros para el intercambio de datos y preocupaciones sobre la privacidad y seguridad también se identificaron

como desafíos clave. Por ende, mientras que la comunidad académico-científica en Ecuador muestra un creciente interés y comprensión de la Ciencia Abierta, existen retos claros en términos de implementación práctica, infraestructura y sostenibilidad que deben ser abordados para que la CA se convierta en una realidad tangible en el país.

El análisis de las actitudes y prácticas de los investigadores ecuatorianos hacia la Ciencia Abierta presenta un panorama complejo, donde las intenciones y el conocimiento sobre sus principios están en crecimiento, pero en la práctica sigue aún prematura. Existe una brecha entre la teoría y la práctica, lo cual es un desafío real para su instauración efectiva en el país. Este análisis se basa en el informe sobre el estado de la Ciencia Abierta en Ecuador, datos bibliométricos recientes, y el marco legal que rige la investigación en el país, ya que no proporcionan incentivos específicos ni un marco sólido para lograrlo. Esto resulta en una falta de dirección y apoyo que desalienta a los investigadores a compartir sus datos y resultados abiertamente.

A pesar de estos conflictos, podemos decir que existen oportunidades claras para mejorar las prácticas de Ciencia Abierta en Ecuador. La creciente producción científica y la disposición general positiva de los investigadores hacia la Ciencia Abierta son bases sólidas sobre las cuales construir. El camino hacia una cultura de Ciencia Abierta en Ecuador requiere tanto de un cambio en las prácticas individuales como de un apoyo institucional y gubernamental más fuerte que facilite y promueva estos principios de manera sostenida.

## **Propuesta para incentivar la implementación de procesos de Ciencia Abierta (CA) en Ecuador**

La Ciencia Abierta representa un enfoque nuevo y transformador de hacer ciencia, que promueve la accesibilidad, transparencia y colaboración. A pesar de su creciente reconocimiento, su adopción en Ecuador ha sido limitada debido a diversos desafíos, empeoradas por una cultura académica que a menudo prioriza la cantidad sobre la calidad. Para superar estos obstáculos, es esencial implementar estrategias que incentiven a los investigadores a integrarla en sus prácticas cotidianas (Ver Tabla 20).

**Tabla 20***Estrategias y aspectos sugeridos para impulsar la aplicación de CA en Ecuador*

<b>Estrategias</b>	<b>Descripción</b>	<b>Incentivos</b>
Desarrollo de Infraestructura de Ciencia Abierta	Se propone la creación de una red nacional de repositorios digitales de acceso abierto, donde los investigadores puedan almacenar y compartir sus datos, publicaciones, y otros productos de investigación. Esta infraestructura debe ser sólida, segura y fácil de usar, garantizando la interoperabilidad con repositorios internacionales y cumpliendo con los estándares FAIR.	Proveer acceso gratuito y soporte técnico continuo a estos repositorios, y crear un sistema de reconocimiento para los investigadores que compartan sus datos y resultados en estas plataformas.
Implementación de Políticas Institucionales Claras	Las IES deben desarrollar y adoptar políticas que promuevan activamente la CA. Incluir directrices claras sobre la gestión y el intercambio de datos, la publicación en revistas de acceso abierto, y la participación en iniciativas de ciencia ciudadana. Además, integrar la CA en sus criterios de evaluación académica, reconociendo y recompensando a los investigadores que adopten prácticas abiertas.	Ofrecer incentivos financieros, como bonificaciones o subvenciones, para proyectos de investigación abierta. Además, incluir la CA como un criterio para la promoción académica y la asignación de fondos internos de investigación.
Formación y Capacitación en Ciencia Abierta	Para que los investigadores se sientan capacitados para implementar la CA, es necesario ofrecer programas de formación y capacitación continuos. Cubrir temas como la gestión de datos abiertos, el uso de licencias Creative Commons, la publicación en acceso abierto y las herramientas digitales para la colaboración científica.	Certificar a los investigadores que completen estos programas de formación, lo que mejorará su competencia en CA e incrementará su visibilidad y empleabilidad dentro del sistema académico.
Incentivos para la Publicación en Acceso Abierto	Dado que los costos de publicación en revistas de acceso abierto pueden ser altos, se propone la creación de un fondo nacional para cubrir las tarifas de procesamiento de artículos (APCs) en revistas de acceso abierto. Este fondo podría ser administrado por la SENESCYT o por las propias instituciones, y estar disponible para todos los investigadores que deseen publicar en ellas.	Financiar completamente o subvencionar parcialmente los APCs para publicaciones en revistas de acceso abierto, con prioridad para aquellas publicaciones en revistas de alto impacto o que traten temas de relevancia nacional.
Fomento de la Cultura de Colaboración y Ciencia Ciudadana	La Ciencia Abierta se trata de acceso a publicaciones y datos y busca promover una cultura de colaboración entre investigadores y con la sociedad en general. Se sugiere el establecimiento de plataformas nacionales para proyectos de ciencia ciudadana, donde los investigadores puedan colaborar con el público en general para recopilar datos y desarrollar investigaciones que respondan a las necesidades locales.	Reconocer formalmente la participación en proyectos de ciencia ciudadana dentro del sistema de evaluación académica, y crear premios y reconocimientos para los proyectos más innovadores y de mayor impacto social.

La implementación de procesos de Ciencia Abierta en Ecuador requiere un enfoque multifacético que aborde tanto las barreras estructurales como las culturales. Está claro que el crear incentivos poderosos para que los investigadores adopten sus prácticas mejorará la calidad y el impacto de la investigación científica en el desarrollo del país, que alineará al país con las tendencias globales hacia una ciencia más inclusiva, accesible y colaborativa.

## **Cambios necesarios en la cultura académica para adoptar la Ciencia Abierta**

Si bien se han mencionado los principales obstáculos para la adopción de la Ciencia Abierta en Ecuador, como la falta de políticas, infraestructuras, y formación técnica; es triste decir que no puede lograrse subsanando únicamente estos. Otro factor a considerar es el hecho de que se requiere un cambio fundamental en la cultura académica que actualmente rige la investigación en el país, un cambio profundo en la forma en que los investigadores conciben y ejercen la práctica científica, moviéndose de un enfoque tradicional centrado en la competencia y el secretismo hacia un modelo de colaboración abierta y transparencia en el proceso y resultados.

Uno de los primeros cambios necesarios es la redefinición del éxito académico y científico. En la cultura académica predominante, el éxito se mide a menudo por la cantidad de publicaciones y las métricas de impacto, sin considerar adecuadamente la calidad, la accesibilidad o la influencia social obtenida. Se considera que al publicar sus hallazgos, compartir sus datos, métodos, y recursos con la comunidad científica y con el público en general, mejorará la calidad y la reproducibilidad de la investigación, fomentando una cultura de confianza y cooperación entre científicos.

Otro cambio crucial es el fomento de la ciencia en cuanto a la participación en proyectos de ciencia ciudadana, la colaboración interdisciplinaria, y la transparencia en la gestión de datos, visto un medio de evaluación y reconocimiento académico por parte de las instituciones de educación superior ecuatorianas, puesto que se vuelve indispensable que los logros en Ciencia Abierta se consideren igualmente valiosos que las maneras tradicionales de difusión. Asimismo, es esencial que las instituciones promuevan activamente una cultura de integridad científica. La transparencia, honestidad y colaboración en la investigación no deben ser vistos solo como una obligación ética, sino como una práctica que fortalece la calidad y el impacto de la ciencia sobre la sociedad y su desarrollo.

Finalmente, también se requiere un cambio en la mentalidad de los investigadores hacia la propiedad del conocimiento. Es imperativo alentarlos a ver el conocimiento no como un bien privado, sino como un recurso público que debe ser accesible para todos. Este cambio de mentalidad es clave para romper con las barreras del secretismo y la exclusividad que aún persisten en muchas áreas de la investigación científica y que obstaculizan de sobremane- ra el progreso equitativo de las naciones del mundo.



VII

ÉTICA  
Y RESPONSABILIDAD  
EN LA CIENCIA  
ABIERTA



## Ética y responsabilidad en la Ciencia Abierta

La ética en la Ciencia Abierta se refiere a los principios y normas que guían las prácticas de investigación en un entorno donde los datos, los resultados y los procesos son de acceso libre. En este contexto, la ética juega un papel fundamental para garantizar que la investigación sea responsable y respetuosa con los derechos de todas las partes involucradas.

Se ha dicho que la Ciencia Abierta busca democratizar el conocimiento, eliminando barreras que tradicionalmente han limitado el acceso a la información científica. Sin embargo, este enfoque también presenta nuevos desafíos éticos, como la protección de la privacidad de los datos, la integridad de los resultados, y la gestión responsable de la información. A medida que la investigación se vuelve más accesible y compartida, es necesario establecer un marco ético sólido que asegure que estos avances no comprometan los principios de justicia, equidad y responsabilidad científica. En este sentido, la ética en la ciencia se preocupa por la transparencia y el acceso, por cómo estos principios se aplican de manera que protejan la dignidad y los derechos de los individuos, las comunidades y los investigadores involucrados. La responsabilidad ética implica asegurar que la información compartida sea precisa, que los datos sensibles estén protegidos, y que las prácticas de investigación no perpetúen desigualdades o abusos.

Así, la ética en la Ciencia Abierta es importante para mantener la integridad de la investigación científica, garantizando que el impulso hacia una mayor apertura no se realice a expensas de los valores fundamentales que sostienen la credibilidad y la confianza en la ciencia. Sin ello, se corre el riesgo de convertirse en un campo donde la transparencia puede ser mal utilizada, los datos pueden ser mal interpretados, y la confianza pública en la ciencia puede verse erosionada. Por tanto, es imperativo que los investigadores y las instituciones adopten un enfoque ético consciente y riguroso al integrar prácticas de Ciencia Abierta en su labor.

La transparencia y la integridad son bases fundamentales en la Ciencia Abierta, y su promoción es esencial para el avance científico y la construcción de la confianza pública en la investigación. La transparencia se refiere a la práctica de compartir abiertamente los resultados de la investigación, los datos, métodos y procesos que llevaron a esos resultados. Esto permite que otros científicos y el público en general puedan revisar, reproducir y validar los hallazgos de manera independiente, lo que fortalece la fiabilidad de la ciencia. La integridad, por otro lado, se refiere al compromiso de los investigadores con la honestidad y la precisión en todas las etapas de la investigación. En un entorno de Ciencia Abierta, donde los datos y los métodos son accesibles para todos, la integridad se convierte en un valor esencial para asegurar que los resultados compartidos son auténticos y no han sido manipulados o alterados para obtener ciertos resultados deseados.

La Ciencia Abierta promueve estos valores de varias maneras. En primer lugar, al requerir que los investigadores compartan sus datos y metodologías, se crea un entorno donde la rendición de cuentas es inherente al proceso científico. Los investigadores son conscientes de que sus métodos y datos estarán disponibles para que otros los revisen, lo que los motiva a mantener un alto nivel de precisión y honestidad en su trabajo. Esto mejora la calidad de la investigación, reduce la posibilidad de fraude y errores no intencionados.

Además, la transparencia facilita la reproducibilidad de la investigación, un aspecto crucial para la validación de los resultados científicos. Cuando los métodos y datos están disponibles públicamente, otros investigadores pueden intentar replicar los estudios para confirmar los hallazgos o para explorarlos en nuevos contextos. Este proceso es necesario para el progreso científico, ya que permite que el conocimiento se construya de manera acumulativa.

En un mundo donde la desinformación es abundante, la capacidad de acceder y revisar directamente la información científica es vital para que el público pueda confiar en los descubrimientos y en las recomendaciones producidas en torno a estas. La Ciencia Abierta, al hacer accesibles estos datos, ayuda a construir una relación más sólida entre la comunidad científica y la sociedad, facilitando la adopción de políticas basadas en la evidencia y para la aceptación de avances científicos que afectan la vida cotidiana.

La transparencia y la integridad son esenciales para el rigor científico, a fin de mantener y fortalecer la confianza del público en la ciencia. La Ciencia Abierta, al promover estos valores ayuda a que la investigación científica sea vista como un proceso honesto, fiable y accesible, lo que a su vez sustenta el progreso continuo en todas las áreas del conocimiento.

## Rigor científico y Ciencia Abierta

El rigor científico es un componente de la integridad en la investigación, su importancia se acentúa en el contexto de la Ciencia Abierta. Según Casadevall y Fang (2016), el rigor en la investigación se refiere a la aplicación cuidadosa y meticulosa de métodos científicos para garantizar que los resultados obtenidos sean fiables, precisos y reproducibles. Este rigor se basa también en una postura ética que asegura que la investigación se lleva a cabo con honestidad y transparencia.

Casadevall y Fang proponen un enfoque multifacético para entender el rigor científico, que incluye aspectos como la redundancia en el diseño experimental, un análisis estadístico sólido, el reconocimiento de errores, y la honestidad intelectual. Elementos fundamentales para garantizar que los resultados de la investigación sean técnicamente correctos, que reflejen una verdadera comprensión de los fenómenos estudiados, libres de sesgos y manipulaciones.

La Ciencia Abierta, al requerir la divulgación de todo el ciclo de investigación, es decir, de datos, métodos y procesos, la interrelaciona directamente con el rigor científico. Al hacer que cada paso del proceso de investigación esté disponible para el escrutinio público, promueve un entorno donde el rigor sea verificable por cualquier miembro de la comunidad científica, lo que crea un sistema de control y equilibrio que fortalece la calidad de la investigación y asegura que los hallazgos publicados sean realmente valiosos y reproducibles en diversos contextos y realidades.

El rigor científico se convierte en una responsabilidad colectiva, donde cada investigador contribuye con su propio trabajo, participa en la evaluación del trabajo de otros, asegurando así que los estándares de calidad se mantengan elevados en toda la comunidad científica, convirtiéndolo en una necesidad fundamental para el avance del conocimiento. Sin un compromiso con el rigor, la ciencia corre el riesgo de producir resultados que, aunque aparenten ser innovadores, carecen de la solidez necesaria para ser verdaderamente útiles o fiables. El rigor científico y la integridad son inseparables de las prácticas de Ciencia Abierta, pues refuerza su importancia en cada etapa de la inves-

tigación, asegurando que los resultados sean precisos, confiables y reproducibles, lo que es esencial para el progreso continuo y ético del conocimiento científico.

La Ciencia Abierta enfrenta una serie de desafíos éticos y metodológicos que pueden comprometer el rigor científico. Uno de los principales radica en la fiabilidad de los datos, ya que surge la preocupación de que estos no siempre se mantengan en su forma original o que sean malinterpretados por lo que requiere que estos sean cuidadosamente gestionados y protegidos contra la manipulación, lo que añade una capa adicional de responsabilidad para los investigadores. La falta de control sobre cómo y por quién son utilizados los datos puede dar lugar a problemas éticos, especialmente si los datos se emplean fuera de su contexto original o sin la debida comprensión de sus limitaciones.

Otro desafío significativo es la reproducibilidad de los resultados. La Ciencia Abierta alienta a que los resultados sean replicables por otros investigadores, sin embargo, la reproducibilidad en sí misma puede verse comprometida si los datos compartidos no están acompañados de una documentación adecuada o si los métodos utilizados no se describen con suficiente detalle. Además, las diferencias en las condiciones experimentales o en la interpretación de los datos pueden llevar a resultados contradictorios, lo que pone en cuestión la validez de los hallazgos originales.

Además, la heterogeneidad de los datos compartidos pueden presentar problemas metodológicos. En casos donde los datos provienen de diversas disciplinas, métodos y contextos, se dificulta su integración o comparación. Sin una normalización adecuada y sin prácticas estandarizadas para la recopilación y el análisis de datos, existe el riesgo de que los resultados obtenidos sean inconsistentes o que se llegue a conclusiones incorrectas. Este problema se ve exacerbado cuando los datos son utilizados por investigadores de diferentes campos que pueden no estar familiarizados con las particularidades de los datos originales.

Por último, la presión por publicar y compartir datos rápidamente en la Ciencia Abierta puede llevar a la toma de atajos metodológicos. La rapidez en la publicación, sin un proceso riguroso de revisión por pares o sin la verificación adecuada de los datos, puede resultar en la difusión de investigaciones que no cumplen con los estándares de rigor científico. Esto afecta la calidad de la investigación y mermar la confianza en los hallazgos compartidos. Entonces, aunque la Ciencia Abierta ofrece muchas ventajas, también plantea desafíos éticos y metodológicos que deben ser cuidadosamente gestionados. Sin estos esfuerzos, la Ciencia Abierta corre el riesgo de comprometer los mismos principios de integridad y responsabilidad que busca promover.

En el contexto de la Ciencia Abierta, hay varios ejemplos donde la falta de rigor científico ha tenido serias implicaciones éticas. Estos casos destacan la

importancia de mantener altos estándares de integridad y precisión al compartir datos y resultados de investigación de manera abierta.

Uno de los casos más discutidos es el estudio de la reproducción de datos en psicología, particularmente el Proyecto de Reproducibilidad de Psicología (OSC, 2015). Este proyecto trató de replicar 100 estudios de psicología publicados en revistas prestigiosas, y solo alrededor del 40% de los estudios replicados produjeron resultados similares a los originales. La falta de replicabilidad en estos estudios planteó serias dudas sobre la fiabilidad de los hallazgos publicados. La Ciencia Abierta permitió la revisión y el análisis de estos estudios, pero también evidenció cómo la falta de rigor inicial—en términos de diseño experimental, análisis estadístico y reporte de datos—puede comprometer la integridad de la investigación y la confianza del público en la ciencia.

Otro ejemplo relevante se encuentra en el ámbito de la investigación biomédica, donde se ha observado que la presión por publicar rápidamente en acceso abierto, sin un riguroso proceso de revisión por pares, ha llevado a la publicación de estudios con datos incompletos o mal interpretados. Un caso notable fue el uso de hidroxiclороquina como tratamiento durante la pandemia de COVID-19. Varios estudios que sugirieron la eficacia de la hidroxiclороquina para tratar el COVID-19 fueron rápidamente compartidos en plataformas de Ciencia Abierta, a menudo sin pasar por un riguroso proceso de revisión. Posteriormente, cuando los datos fueron revisados más exhaustivamente, se encontró que muchos de estos estudios tenían serias deficiencias metodológicas, como tamaños de muestra inadecuados y falta de controles adecuados. En tal caso, la falta de rigor tuvo implicaciones éticas—como la posible exposición de pacientes a tratamientos ineficaces—que contribuyó a la desinformación y a la pérdida de confianza en la comunidad científica.

Estos casos evidencian la necesidad de aplicar un rigor científico estricto en todas las etapas del proceso de investigación, especialmente en un entorno de Ciencia Abierta. La falta de rigor puede llevar a resultados erróneos y causar daño tanto a los participantes en la investigación como al público en general. En la Ciencia Abierta, donde los datos y los resultados son accesibles para todos, las implicaciones de una investigación mal ejecutada se amplifican, afectando la credibilidad de la ciencia en su conjunto.

Los ejemplos mencionados destacan la importancia de un enfoque riguroso y ético en la Ciencia Abierta. La accesibilidad y la transparencia son valiosas, pero deben estar respaldadas por una metodología sólida y un compromiso con la precisión y la honestidad para evitar consecuencias negativas que puedan socavar los beneficios de la Ciencia Abierta.

# Equilibrio entre transparencia y privacidad

El equilibrio entre transparencia y privacidad en la Ciencia Abierta es un tema que requiere un enfoque cuidadoso y matizado. La Ciencia Abierta promueve la transparencia en todas las etapas del proceso de investigación con el objetivo de hacer que el conocimiento científico sea accesible y verificable por todos. No obstante, esta apertura puede entrar en conflicto con la necesidad de proteger la privacidad de los participantes y la confidencialidad de los datos sensibles.

La transparencia es fundamental para la reproducibilidad, la verificación de resultados y la confianza en la ciencia. Permite que otros investigadores revisen, critiquen y repliquen estudios. Por otro lado, la privacidad es un derecho fundamental que protege la integridad y la dignidad de los individuos. En la investigación científica, la protección de la privacidad es crucial, especialmente cuando se manejan datos personales sensibles, como información médica, genética o de identificación. La falta de protección de la privacidad puede llevar a la explotación de los datos, el mal uso de la información y la violación de derechos individuales, lo que puede tener consecuencias éticas y legales graves, para equilibrar la transparencia con la privacidad, un enfoque basado en el riesgo es esencial. Este enfoque implica evaluar los posibles riesgos asociados con la apertura de datos y tomar medidas para mitigarlos, sin comprometer innecesariamente la transparencia. El proceso incluye varias etapas clave, ver Figura 23.

**Figura 23**

*Etapas de evaluación de apertura de datos y la mitigación de riesgos de privacidad*



El equilibrio entre transparencia y privacidad en la Ciencia Abierta no es un compromiso entre dos valores opuestos, sino un proceso de optimización donde ambos pueden coexistir de manera complementaria. Un enfoque basado en el riesgo permite a los investigadores y las instituciones maximizar la transparencia de su trabajo, mientras protegen los derechos de privacidad de los individuos.

**Privacidad de datos y Ciencia Abierta**

La privacidad y la confidencialidad de los datos científicos son temas de gran importancia. Compartir datos de manera abierta es la base de la Ciencia Abierta pero trae consigo preocupaciones éticas. Uno de los principales riesgos de compartir datos abiertamente es la posibilidad de violaciones de la privacidad. Aunque se pueden emplear técnicas para minimizar estos riesgos mencionados anteriormente, estas no siempre son infalibles. Los avances en la tecnología de datos, como el uso de algoritmos de machine learning, han demostrado que incluso los datos que han sido desidentificados pueden ser reidentificados bajo ciertas condiciones, lo que expone a los participantes a

posibles violaciones de su privacidad. Este riesgo es particularmente alto en estudios que involucran datos genéticos, datos médicos o cualquier otro tipo de información altamente personal.

La confidencialidad de los datos también se ve comprometida en un entorno de Ciencia Abierta, donde la presión por compartir información puede llevar a la divulgación inadvertida de detalles sensibles. En algunos casos, los datos pueden contener información que, aunque no identificable de manera directa, podría ser sensible para las instituciones, empresas o gobiernos involucrados. Por ejemplo, en investigaciones que implican datos de seguridad nacional, datos empresariales confidenciales, o información sobre minorías vulnerables, la exposición de estos datos podría tener consecuencias graves para los individuos, y para la estabilidad social y económica de las comunidades afectadas.

Otro desafío importante es la inconsistencia en las políticas de intercambio de datos entre diferentes disciplinas y países. Mientras que algunas áreas de la ciencia tienen normas estrictas sobre cómo deben ser manejados y compartidos los datos, otras pueden ser menos rigurosas. Esta disparidad crea un entorno en el que la protección de la privacidad y la confidencialidad puede no estar garantizada de manera uniforme, expone a los participantes de ciertos estudios a mayores riesgos que otros. Además, las diferencias en las legislaciones nacionales sobre protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, 2018) en Europa, pueden complicar aún más la situación, especialmente en investigaciones transnacionales.

Para contrarrestar estos riesgos, los investigadores deben adoptar mejores prácticas en la gestión de datos, como la elaboración de planes que contemplen medidas técnicas como el cifrado y el control de acceso, así como consideraciones éticas que aseguren el consentimiento informado de los participantes y el uso adecuado de sus datos. Asimismo, los investigadores y las instituciones deben ser diligentes en la implementación de salvaguardas adecuadas para asegurar que la apertura no comprometa la ética de la investigación ni la confianza de los participantes. Solo así se puede asegurar que los avances en la Ciencia Abierta se logren sin sacrificar los derechos y la seguridad de quienes contribuyen a la investigación.

### **Medidas técnicas y jurídicas para la protección de datos**

La protección de los datos es un aspecto crítico que requiere la implementación de medidas técnicas firmes para garantizar que la información compartida esté protegida contra el acceso no autorizado y la exposición indebida. Entre las más destacadas se encuentran el cifrado, la anonimización, y los controles de acceso, cada una de las cuales juega un papel fundamental en

la salvaguardia de la privacidad y la confidencialidad de los datos científicos. Exploremos a mayor detalle sus características:

**Figura 24**

*Principales medidas de protección de datos utilizados en la CA*



- **Cifrado**

El cifrado es una de las herramientas más efectivas para proteger los datos durante su transmisión y almacenamiento. Consiste en convertir los datos en un código que solo puede ser leído por las partes que tienen la clave de descifrado. Existen diferentes tipos como el cifrado simétrico, donde la misma clave se utiliza tanto para cifrar como para descifrar los datos, y el cifrado asimétrico, que utiliza un par de claves—una pública y una privada—para realizar estas funciones. El cifrado es especialmente importante cuando los datos se transfieren a través de redes públicas o se almacenan en la nube, ya que previene que terceros no autorizados puedan acceder a la información. Además, el cifrado asegura que, incluso si los datos son interceptados, no puedan ser leídos sin la clave adecuada. Desde la perspectiva de la Ciencia Abierta, los investigadores pueden utilizar el cifrado para proteger datos sensibles cuando los comparten con colaboradores o los almacenan en repositorios abiertos.

- ***Anonimización***

La anonimización es el proceso de eliminar o modificar los datos identificativos de un conjunto de datos para que las personas a las que se refieren no puedan ser identificadas. Este proceso involucra datos personales o sensibles, como datos médicos o genéticos. Las técnicas de anonimización incluyen el enmascaramiento de datos, donde se sustituyen los identificadores directos, y la generalización, que consiste en reducir la precisión de los datos para proteger la identidad de los individuos. Otro enfoque es la perturbación, que introduce pequeñas modificaciones aleatorias en los datos para dificultar la reidentificación. Aunque la anonimización es una herramienta poderosa, no es infalible; la reidentificación de datos puede ocurrir si se combinan con otros conjuntos de datos que contienen información complementaria. Por lo tanto, esta técnica debe ser cuidadosamente diseñada y aplicada, considerando el tipo de datos y el contexto en el que se utilizarán.

- ***Controles de acceso***

Los controles de acceso son medidas que restringen quién puede ver o modificar ciertos datos y qué pueden hacer con ellos. Estos controles pueden aplicarse en varios niveles: físico, donde se restringe el acceso a los servidores que almacenan los datos; de red, donde se controla el acceso a través de firewalls y otras herramientas de seguridad; y a nivel de aplicación, donde se definen permisos específicos para usuarios o grupos de usuarios.

En un entorno de Ciencia Abierta, los controles de acceso permiten a los investigadores compartir datos con colaboradores específicos, mientras limitan el acceso a otros usuarios. Por ejemplo, un conjunto de datos podría estar disponible para el público en general con ciertas restricciones, mientras que los colaboradores directos del proyecto tienen acceso completo a toda la información y pueden realizar modificaciones. Esta flexibilidad es vital para equilibrar la apertura con la necesidad de proteger datos sensibles.

De igual modo, además de las técnicas mencionadas, es esencial implementar sistemas de auditoría y monitoreo que registren quién accede a los datos y las acciones que realizan sobre estos. Estos sistemas permiten detectar y responder rápidamente a cualquier intento de acceso no autorizado o comportamiento sospechoso. El monitoreo continuo asegura que las medidas de seguridad se mantengan efectivas a lo largo del tiempo y que cualquier vulnerabilidad pueda ser abordada antes de que sea explotada.

La protección de la privacidad en la Ciencia Abierta no se limita a medidas técnicas; también depende de los aspectos jurídicos que regulan cómo se manejan los datos personales y sensibles. Estos marcos establecen las normas y obligaciones que deben seguir los investigadores y las instituciones para

garantizar que los derechos de privacidad de los individuos estén protegidos. Uno de los marcos más destacados en la regulación de la privacidad de los datos es el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea, que es ampliamente considerado como el estándar de oro en la protección de datos personales. El GDPR impone estrictas obligaciones a las organizaciones que procesan datos personales, incluyendo la necesidad de obtener el consentimiento explícito de los individuos, el derecho a ser informado sobre cómo se utilizan sus datos, y el derecho a solicitar la eliminación de sus datos. Además, establece que los datos personales deben ser tratados de manera segura, incluyendo la implementación de medidas técnicas y organizativas adecuadas para protegerlos contra el acceso no autorizado, su destrucción o alteración.

En Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP), que entró en vigor en 2021, se alinea con muchos de los principios establecidos por el GDPR, ya que constituye un marco normativo para la protección de los datos personales en el país, como la obligación de obtener el consentimiento informado de los individuos antes de procesar sus datos, la necesidad de implementar medidas de seguridad adecuadas y el derecho a acceder, rectificar y eliminar sus datos personales. Además, la LOPDP requiere que las organizaciones adopten una perspectiva basado en el riesgo para la gestión de datos, evaluando los riesgos asociados con el procesamiento de datos personales y tomar medidas para mitigarlos mediante políticas de protección de datos, capacitación de los empleados en temas de privacidad y evaluaciones de impacto de privacidad cuando se introducen nuevas tecnologías o se procesan datos sensibles.

Para alinear la Ciencia Abierta con estos marcos jurídicos, es fundamental que las instituciones de investigación en Ecuador desarrollen políticas internas que incorporen sus principios. Esto puede incluir la creación de Comités de ética que supervisen el manejo de datos en proyectos de Ciencia Abierta, asegurando que se respeten los derechos de privacidad de los participantes en la investigación. También es crucial que se establezcan procedimientos claros para obtener el consentimiento informado de los participantes, explicando cómo se utilizarán sus datos y qué medidas se tomarán para proteger su privacidad. Las instituciones deben asegurarse de que cualquier dato compartido públicamente esté adecuadamente anonimizado o se cuente con las salvaguardias necesarias para proteger la confidencialidad de los datos sensibles. La LOPDP también indica la necesidad de notificar a las autoridades y a los individuos en caso de violaciones de datos, lo que refuerza la responsabilidad de las instituciones de mantener la seguridad de la información que manejan.

Los marcos jurídicos como el GDPR y la LOPDP en Ecuador proporcionan una base firme para la protección de la privacidad en la Ciencia Abierta. Sin embargo, es responsabilidad de las instituciones de investigación en

Ecuador cumplir con estos requisitos legales e integrarlos en sus prácticas. Esto requiere una combinación de medidas técnicas, políticas organizativas y una cultura de respeto por la privacidad en toda la comunidad científica.

En este sentido, el artículo titulado "Ciencia abierta y normatividades para implementar su apertura en Latinoamérica: tendencias, análisis y recomendaciones" ofrece un análisis exhaustivo de las políticas y normativas que han sido implementadas en varios países de América Latina para facilitar la adopción de la Ciencia Abierta. Este estudio tiene como objetivo comprender cómo estas normativas están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la UNESCO y cómo promueven la disponibilidad, visibilidad y acceso a los productos de investigación financiada con fondos públicos (Palma, 2024).

El análisis se basa en cuatro referencias globales tales como la Declaración de Bethesda de 2003, que destaca la importancia del acceso abierto y promueve la retención de derechos de autor por parte de los beneficiarios; la Iniciativa de Budapest sobre Acceso Abierto, que propone infraestructuras abiertas que permitan la distribución libre de los resultados de la investigación; la UNESCO, que ha sido una promotora clave de la Ciencia Abierta, desarrollando herramientas y políticas que recomiendan el uso de licencias Creative Commons para asegurar la accesibilidad y legalidad de los productos científicos; y la IFLA (Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas) misma que ha contribuido a este proceso, subrayando la necesidad de promover el acceso abierto desde la perspectiva bibliotecaria.

En cuanto a las políticas y normativas en América Latina, Brasil se destaca como el país más avanzado, con 27 mandatos relacionados con el acceso abierto. Perú y Argentina siguen con 9 y 8 mandatos respectivamente, mientras que países como Colombia, México, Venezuela y Bolivia han desarrollado entre 6 y 1 mandato. Estas políticas han sido fundamentales para gestionar el acceso abierto a los productos de investigación, aunque su alcance y efectividad varían considerablemente entre los países.

El artículo también explora cómo las normativas de derechos de autor en países como Paraguay, Perú y México permiten el uso de obras para fines de investigación y educación sin necesidad de autorización previa, siempre que estas sean gestionadas por bibliotecas u otras instituciones sin fines de lucro.

Finalmente, el estudio concluye que aunque América Latina ha logrado avances significativos en la implementación de políticas de Ciencia Abierta, es necesario fortalecer estas normativas para asegurar su efectividad y alinearlas con los objetivos globales de desarrollo sostenible. También se destaca la importancia de fomentar la cooperación regional para actualizar y mejorar las normativas existentes, promoviendo un uso más amplio y efectivo de los productos de investigación financiados con fondos públicos.

A nivel Ecuador aún no se han establecido políticas precisas para la co-

rrecta implementación de la Ciencia Abierta y su manejo ético y responsable. Basándonos en las normativas y leyes principales propuestas en otros países de América Latina, a continuación, se mencionan diversos temas que deberían ser abordados en el país a través de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), el Reglamento de Educación Superior, las normativas de la SENESCYT, la Ley de Propiedad Intelectual y los reglamentos internos de cada universidad sobre los cuales se pueden desarrollar normativas, reglamentos, políticas y leyes. Ver Tabla 21.

**Tabla 21**

*Aspectos legales a incluir en algunos instrumentos normativos nacionales, indispensables para la introducción de la CA en Ecuador*

<b>Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)</b>	
Acceso Abierto Obligatorio	Incluir disposiciones que obliguen a todas las IES a depositar los resultados de las investigaciones financiadas con fondos públicos en repositorios de acceso abierto.
Promoción de la Ciencia Abierta	Establecer un mandato para que las IES promuevan activamente la Ciencia Abierta como parte de su misión educativa y de investigación.
Protección de Datos en Ciencia Abierta	Crear regulaciones específicas que aseguren la protección de datos personales en el marco de la Ciencia Abierta, garantizando la privacidad y la confidencialidad.
Financiamiento y Sostenibilidad	Incluir disposiciones que establezcan fondos específicos para la implementación de infraestructura y actividades relacionadas con la Ciencia Abierta en las IES.
<b>Reglamento a la LOES</b>	
Incorporación de la Ciencia Abierta en la Evaluación Académica	Establecer criterios claros para valorar la participación en la Ciencia Abierta en los procesos de acreditación y promoción académica.
Normas de Publicación en Repositorios Abiertos	Desarrollar directrices para la publicación y gestión de trabajos académicos y de investigación en repositorios abiertos, asegurando la calidad y el rigor científico.
Capacitación en Ciencia Abierta	Incluir requisitos para que las IES ofrezcan programas de capacitación sobre Ciencia Abierta a docentes, investigadores y estudiantes.
Interoperabilidad de Repositorios	Establecer normas para garantizar la interoperabilidad entre los repositorios digitales de las diferentes universidades del país, facilitando el acceso y la reutilización de los datos.
<b>SENESCYT</b>	
Política Nacional de Ciencia Abierta	Crear una política integral que defina los principios y prácticas de Ciencia Abierta a nivel nacional, alineada con estándares internacionales.
Incentivos para la Ciencia Abierta	Desarrollar mecanismos de incentivo, como financiamiento adicional o reconocimientos, para investigadores que publiquen en acceso abierto o que desarrollen proyectos de Ciencia Abierta.
Directrices para la Protección de la Propiedad Intelectual	Establecer normas claras para la protección de la propiedad intelectual en el contexto de la Ciencia Abierta, incluyendo el uso de licencias abiertas.
Evaluación de la Ciencia Abierta en Proyectos Financiados	Incluir criterios específicos para evaluar el componente de Ciencia Abierta en proyectos de investigación financiados por el Estado.
<b>Reglamentos Internos de las Universidades</b>	
Implementación de Repositorios Digitales	Establecer la obligación de cada universidad de crear y mantener repositorios digitales para alojar las investigaciones de sus docentes e investigadores.
Política de Ciencia Abierta Institucional	Desarrollar una política de Ciencia Abierta a nivel institucional que defina los principios, objetivos y prácticas que guiarán la implementación de la Ciencia Abierta en la universidad.
Apoyo y Capacitación para Investigadores	Incluir programas de apoyo y capacitación continua para que los investigadores puedan adaptarse a los nuevos estándares de Ciencia Abierta y cumplir con los requisitos legales y éticos.
Evaluación y Reconocimiento de la Ciencia Abierta	Incluir la participación en Ciencia Abierta como un criterio clave en las evaluaciones de desempeño y promoción de los académicos.

Estos temas deben ser abordados en la legislación y normativas de Ecuador para asegurar una implementación efectiva y ética de la Ciencia Abierta, adaptándose a las mejores prácticas internacionales mientras se considera el contexto y las necesidades locales.

## **Conducta responsable en la investigación**

La conducta responsable en la investigación es esencial en cualquier disciplina y en el contexto de la Ciencia Abierta adquiere una relevancia aún mayor debido a la mayor accesibilidad y visibilidad de los datos y resultados. Promueve una cultura de transparencia, colaboración y acceso libre, pero también exige un compromiso firme con los principios éticos que guían la investigación que garantizan la integridad y credibilidad de la ciencia y protegen los derechos de todos los participantes y usuarios de la información científica.

### **Principios éticos fundamentales en la Ciencia Abierta**

Los principios éticos constituyen la base sobre la cual se sustenta la Ciencia Abierta, orientando la producción, gestión y difusión del conocimiento hacia prácticas responsables, transparentes y justas. Estos valores fundamentales garantizan la integridad científica y fortalecen la confianza social en la investigación. La Figura 25 ilustra los principales valores que integran la Ciencia Abierta, entre los que destacan la honestidad y transparencia, la responsabilidad, la justicia e igualdad, el respeto por las personas y la integridad comunicativa.

**Figura 25**

*Valores fundamentales integrados a la CA*



La honestidad es el fundamento de la integridad científica. En la Ciencia Abierta, este principio implica la veracidad en la presentación de datos y resultados, la transparencia en los métodos y procesos utilizados. Los investigadores deben ser claros sobre cómo se obtuvieron los datos, cuáles fueron las limitaciones del estudio, y cómo se realizaron los análisis. La transparencia es crucial para que otros investigadores puedan replicar y validar los resultados, un aspecto esencial en la Ciencia Abierta.

La Ciencia Abierta demanda un alto grado de responsabilidad por parte de los investigadores, ya que implica la correcta gestión de los datos, asegurando su integridad y la protección de la privacidad de los participantes. La responsabilidad también incluye la gestión de los riesgos asociados con la apertura de datos sensibles.

En cuanto a la justicia, se refiere al acceso equitativo al conocimiento científico, especialmente a las comunidades que puedan beneficiarse directamente de los hallazgos.

Asimismo, al hablar del respeto por las personas, hablamos de proteger la dignidad, privacidad y bienestar de los participantes en la investigación al obtener previamente el consentimiento informado de los mismos, proteger sus datos personales bajo medidas y técnicas apropiadas según el caso y ser

transparente sobre cómo se utilizarán y compartirán sus datos. El respeto por las personas también implica reconocer y valorar la contribución de todos los involucrados en el proceso de investigación.

Sobre la integridad en la comunicación, se refiere a cuando los investigadores comunican sus hallazgos de manera clara, precisa y sin exageraciones. La integridad en la comunicación también significa evitar el plagio, dar el crédito adecuado a las fuentes y colaboradores, y la presentación equilibrada de los resultados, destacando tanto los hallazgos positivos como los negativos, para evitar sesgos que puedan distorsionar la comprensión científica.

### **Garantías a los investigadores al abrir sus datos: un dilema ético y práctico**

El acceso abierto por el que aboga la CA, plantea un dilema importante: ¿cómo se pueden proteger los derechos y los intereses de los investigadores que comparten sus datos de manera abierta? Existe el riesgo de que otros investigadores, al tener acceso temprano a estos datos, puedan utilizarlos para publicar resultados incompletos o prematuros, lo que podría socavar la capacidad del investigador original para publicar sus hallazgos en su totalidad. Este problema pone en relieve la necesidad de desarrollar garantías adecuadas para proteger a los investigadores que optan por abrir sus datos. Cuando un investigador abre sus datos, asume un riesgo destacable.

A pesar de los beneficios potenciales de compartir datos, como la aceleración del progreso científico y la mejora de la reproducibilidad, también existe la posibilidad de que otros investigadores se aprovechen de estos datos para obtener una ventaja competitiva. Un investigador podría utilizar los datos abiertos para realizar análisis rápidos y publicar resultados antes de que el investigador original haya tenido la oportunidad de completar y publicar su trabajo. Esta práctica compromete la integridad de la investigación y desincentiva a otros investigadores a compartir sus datos, limitando el impacto positivo de la Ciencia Abierta. La publicación prematura de resultados basados en datos incompletos o mal interpretados afecta al investigador original, puesto que repercute negativamente al desarrollo y progreso de la ciencia en general.

Los resultados incompletos pueden generar conclusiones erróneas, lo que podría llevar a una cascada de investigaciones basadas en premisas falsas. Además, la calidad de la ciencia podría verse comprometida si los investigadores priorizan la velocidad sobre la precisión, incentivados por la posibilidad de ganar notoriedad o asegurar financiamiento antes que sus competidores.

Para fomentar la apertura de datos sin exponer a los investigadores a estos riesgos, es necesario desarrollar garantías que protejan sus derechos e intereses. Una opción es la implementación de acuerdos de uso de datos que

establezcan claramente las condiciones bajo las cuales los datos pueden ser utilizados por terceros. Estos acuerdos podrían incluir restricciones temporales, como un período de embargo durante el cual los datos solo están disponibles para el investigador original o sus colaboradores directos, antes de ser liberados al público en general. Otra medida importante es el reconocimiento adecuado del trabajo de los investigadores originales en cualquier publicación derivada de sus datos. Esto podría lograrse mediante la implementación de un sistema de citas obligatorio para los conjuntos de datos, similar al sistema de citas para publicaciones. De esta manera, los investigadores que reutilizan datos abiertos estarían obligados a citar al autor original, asegurando que se reconozca el trabajo y la contribución del investigador que generó los datos.

Implementar un sistema de citas obligatorio para los conjuntos de datos es un paso importante para asegurar que aquellos datos utilizados en la investigación científica reciban el reconocimiento adecuado y que se mantenga la integridad del proceso de Ciencia Abierta. A continuación, se presenta cómo se podría realizar esta implementación, incluyendo los criterios que deben cumplir los datos para ser citables, las condiciones necesarias y una propuesta para el sistema de citas.

**Tabla 22**

*Criterios y estado de los datos para ser citables*

<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>
Documentación Completa	Los conjuntos de datos deben estar acompañados de una documentación exhaustiva que explique claramente cómo se recopilaron, procesaron y almacenaron los datos. Esta documentación debe incluir metadatos que describan el contexto del estudio, la metodología empleada, las variables medidas, y cualquier otra información relevante.
Accesibilidad	Los datos deben estar disponibles públicamente en un repositorio de acceso abierto y ser fácilmente accesibles para cualquier investigador interesado en reutilizarlos. Los repositorios deben ser confiables y garantizar la conservación a largo plazo de los datos.
Estándares de Calidad	Los datos deben cumplir con estándares de calidad aceptados en la comunidad científica, como la verificación de la integridad de los datos, la consistencia interna y la precisión de los mismos. Los datos deben estar libres de errores y ser lo suficientemente robustos como para ser reutilizados en estudios posteriores.
Licenciamiento Apropiado	Los datos deben estar disponibles bajo una licencia que permita su reutilización y redistribución, pero que también exija la atribución adecuada a los autores originales. La licencia debe ser clara y explícita para evitar cualquier malentendido sobre cómo se pueden utilizar los datos.

Para implementar un sistema de citas para datos, se necesitan varias condiciones previas. (Ver Tabla 23)

**Tabla 23**

*Condiciones previas a la implementación del sistema de citas para datos abiertos*

Condiciones	Descripción
Estándares Universales de Citas	Es necesario desarrollar y adoptar estándares universales para la citación de datos. Un ejemplo es el uso de DOI (Digital Object Identifiers) para los conjuntos de datos, similar al uso de DOI para artículos científicos. Los DOI permiten que los datos sean citados de manera uniforme y rastreable.
Políticas de Citación en Revistas y Repositorios	Las revistas científicas y los repositorios de datos deben implementar políticas que obliguen a los autores a citarlos. Estas políticas deben ser claras y estar bien comunicadas a la comunidad científica.
Educación y Capacitación	Es necesario educar a los investigadores sobre la importancia de citar datos y cómo hacerlo correctamente, incorporando módulos sobre citación de datos en programas de formación de investigadores y la promoción de buenas prácticas a través de talleres y guías.

Para desarrollar un sistema de normas de citación adecuado para conjuntos de datos que aún no han sido publicados, es fundamental garantizar que la citación sea lo suficientemente detallada como para que otros investigadores puedan identificar, localizar y comprender el contexto estos. A continuación la Figura 26, presenta una propuesta de norma de citación para estos datos:

**Figura 26**

*Elementos clave de la citación*



Autor(es) del conjunto de datos: nombre(s) del autor o del equipo de investigación que generó los datos. Si es un grupo de investigación o una institución, se debe incluir el nombre completo de la entidad.

- Título del conjunto de datos: un título descriptivo que capture el contenido y propósito del conjunto de datos. Este título debe ser claro y conciso.
- Año de generación: el año en que se generaron o recopilaron los datos. En el caso de conjuntos de datos que aún no han sido publicados, se debe especificar claramente que se trata de datos no publicados.
- Repositorio o ubicación de los datos: si los datos están alojados en un repositorio o plataforma específica, se debe incluir la URL o identificador correspondiente. Si los datos no están aún disponibles públicamente, se debe indicar la ubicación planificada o la institución responsable de almacenarlos.
- Identificador persistente: aunque los datos no se hayan publicado formalmente, es importante asignar un identificador único como un DOI provisional o un código interno de referencia dentro de la institución, si es posible.
- Descripción de los datos: una breve descripción del contenido de los datos, su alcance y cualquier detalle relevante que pueda ayudar a otros investigadores a entender el contexto de los mismos.

Ahora, un formato de citación de data no publicada podría ser el siguiente:

Autor(es). (Año). Título del conjunto de datos [Datos no publicados]. Repositorio o institución responsable, DOI o identificador provisional (si está disponible). Descripción del conjunto de datos.

Por ejemplo:

González, M., & Ramírez, L. (2024). Encuesta sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad local [Datos no publicados]. Universidad Técnica del Norte, Identificador provisional: UTN-CC-2024-01. Conjunto de datos recopilado como parte de un estudio longitudinal en la región andina, abarcando respuestas de 500 participantes sobre el impacto percibido del cambio climático en la fauna local.

## Consideraciones adicionales

Acceso condicional: si el acceso a los datos está restringido hasta su publicación formal, se debe incluir una nota explicativa en la citación indicando cómo y cuándo estarán disponibles; Derechos de Autor y Licencias: Aunque los datos no estén publicados, es esencial que la citación incluya cualquier información sobre derechos de autor o licencias bajo las cuales los datos pueden ser utilizados; y, Manejo de Revisiones: Si los datos están sujetos a revisiones o actualizaciones, se debe especificar la versión del conjunto de datos que se está citando.

Implementar estas normas permitirá que los datos no publicados sean reconocidos y citados adecuadamente, protegiendo el trabajo de los investigadores y facilitando la transparencia y el rigor en la Ciencia Abierta. Al respecto, el desarrollo de directrices éticas es fundamental para guiar a los investigadores en la práctica de una Ciencia Abierta responsable. Un ejemplo notable es el proyecto ROSiE (Responsible Open Science in Europe), que ha desarrollado un conjunto de directrices éticas diseñadas para abordar desafíos específicos. Por ejemplo, dicta directrices que enfatizan la importancia de obtener el consentimiento informado para la reutilización de datos y de garantizar que sean manejados de manera que respeten los derechos de privacidad y propiedad intelectual.

ROSiE propone la creación de mecanismos para resolver conflictos relacionados con la reutilización de datos, lo que podría incluir mediación entre las partes involucradas o la intervención de comités de ética. Al seguir estas directrices, los investigadores pueden asegurarse de que su trabajo contribuya al avance del conocimiento de manera ética y sostenible, sin sacrificar sus propios derechos e intereses.

La ciencia es una empresa global, y la colaboración internacional es fundamental para enfrentar sus desafíos éticos. A través de alianzas transnacionales, las instituciones de investigación pueden compartir experiencias, recursos y mejores prácticas, desarrollando un enfoque más coherente y eficaz para abordar los problemas éticos. Por ejemplo, la cooperación entre países con diferentes niveles de desarrollo en Ciencia Abierta puede ayudar a establecer estándares universales que sean sensibles a las realidades locales, al mismo tiempo que promueven la transparencia y la accesibilidad a nivel global.

Estas colaboraciones también permiten la creación de marcos éticos que trascienden las fronteras nacionales, asegurando que los principios de equidad, justicia y responsabilidad sean respetados en todos los contextos. Además, pueden facilitar la armonización de normativas, lo que reduce la complejidad para los investigadores que trabajan en proyectos internacionales y garantiza que los datos y resultados compartidos sean utilizados de manera ética y respetuosa.

Las políticas de investigación también deben incluir mecanismos para proteger a los investigadores y a los participantes de la investigación de posibles abusos, como el uso indebido de datos o la apropiación de resultados sin el debido reconocimiento mediante acuerdos de uso de datos, revisiones éticas obligatorias antes de la publicación de datos y la creación de comités de ética especializados en Ciencia Abierta. Se debe impulsar el desarrollo de nuevas licencias abiertas que sean más flexibles y adaptadas o la creación de plataformas digitales que faciliten la citación y el seguimiento de los datos compartidos.

Una de las oportunidades más significativas para mejorar las prácticas éticas en la Ciencia Abierta es el desarrollo de nuevos estándares y directrices que guíen a los investigadores en sus esfuerzos por compartir y reutilizar datos de manera ética. Estas directrices deben ser claras, accesibles y adaptables a diferentes contextos de investigación. Iniciativas como el proyecto ROSiE ya están haciendo avances en esta área, pero se necesita una mayor expansión y adopción de tales estándares a nivel global, sin dejar de ser lo suficientemente flexibles como para adaptarse a diferentes disciplinas científicas y contextos culturales, permitiendo que sean aplicables en una amplia variedad de escenarios.



VIII

IMPACTO  
EN LA SOCIEDAD  
Y PARTICIPACIÓN  
CIUDADANA



## **El rol de la Ciencia Abierta en la mejora de la participación ciudadana y el gobierno abierto**

La Ciencia Abierta representa una oportunidad transformadora para democratizar la producción y el acceso al conocimiento. Esta apertura tiene implicaciones dentro de la comunidad académica ofrece una oportunidad para involucrar a la sociedad en el proceso científico, promoviendo una mayor participación ciudadana y fortaleciendo las prácticas de gobierno abierto. En un mundo cada vez más conectado, donde la transparencia y la colaboración son valores en alza, la Ciencia Abierta se presenta como una necesidad esencial entre la ciencia y la sociedad, permitiendo que los ciudadanos accedan a la información y también participen activamente en su creación, interpretación y aplicación.

Su rol en la mejora de la participación ciudadana subyace en su capacidad para democratizar el acceso al conocimiento. Al eliminar las barreras que tradicionalmente han limitado el acceso a la información científica, la Ciencia Abierta empodera a los ciudadanos, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre temas que afectan sus vidas diarias, desde la salud pública hasta el cambio climático. Además, la participación ciudadana no se limita a la recepción pasiva de información; implica un diálogo activo en el que los ciudadanos pueden contribuir con sus conocimientos, experiencias y perspectivas, enriqueciendo así la calidad y relevancia de la investigación científica.

Por otro lado, el gobierno abierto, una iniciativa que busca hacer que las operaciones gubernamentales sean más transparentes, accesibles y responsables, encuentra en la Ciencia Abierta un aliado natural. La integración de principios de CA en políticas de gobierno abierto puede aumentar la eficiencia y la responsabilidad en la toma de decisiones gubernamentales, al permitir que los datos científicos sean utilizados para desarrollar políticas públicas basadas en evidencia. Además, al involucrar a los ciudadanos en este proceso, se fortalece la confianza en las instituciones y se promueve una cultura de responsabilidad compartida en la resolución de los problemas sociales.

La percepción del ciudadano común hacia la ciencia y la investigación puede ser profundamente influenciada por la manera en que los resultados científicos se presentan y comunican. Cuando la ciencia no se presenta en un formato accesible o comprensible para todos, puede generar un sentido de desconexión entre la comunidad científica y el público general. Esta desconexión se manifiesta en la falta de comprensión y aprecio por el trabajo científico e incluso en desconfianza en los resultados de la investigación.

Uno de los principales problemas es que la mayoría de los resultados científicos, ya sea en forma de artículos académicos, patentes o documentos técnicos, están redactados en un lenguaje altamente especializado y técnico que puede ser incomprensible para aquellos que no tienen formación en la materia. Estos documentos suelen estar diseñados para ser leídos y comprendidos por otros científicos, lo que excluye a la mayoría de la población de poder entender y apreciar el contenido. Como resultado, la ciencia puede parecerle al ciudadano común como un mundo cerrado y elitista, alejado de sus intereses y preocupaciones diarias.

Para muchos ciudadanos, la utilidad de la ciencia no se mide en términos de artículos publicados o patentes registradas, sino en cómo impacta directamente su vida. Si los resultados científicos no son comunicados de manera que resalten su relevancia práctica, las personas pueden percibir que la ciencia no tiene un valor real para ellos. Esto puede llevar a la creencia de que la investigación es un ejercicio teórico sin aplicaciones tangibles, lo que disminuye el apoyo público a la ciencia y reduce la voluntad de los ciudadanos de participar en actividades relacionadas con ella.

En un mundo donde la información es cada vez más accesible a través de los medios digitales, los ciudadanos esperan tener acceso a explicaciones claras y comprensibles sobre temas que les afectan. Si la ciencia no responde a estas expectativas, puede ser vista como una actividad oculta, reservada para unos pocos, lo que fomenta el escepticismo y, en algunos casos, la propagación de desinformación. La falta de comprensión puede ser aprovechada por grupos con agendas específicas para desacreditar la ciencia o para promover teorías pseudocientíficas, lo que agrava aún más la desconfianza hacia la investigación.

La ciencia tiene el potencial de beneficiar enormemente a la sociedad, pero para que esto suceda hace falta traducir el lenguaje técnico a un lenguaje más comprensible y vincular los resultados de la investigación con problemas y cuestiones que son importantes para los ciudadanos. Comunicar investigaciones de manera efectiva es fundamental para asegurar que el conocimiento científico llegue a un público más amplio y tenga un impacto real en la sociedad. Algunas estrategias clave para lograr una comunicación efectiva se presentan en la Tabla 24.

**Tabla 24**  
*Estrategias para la correcta difusión de conocimiento a la ciudadanía según la CA*

Estrategia	Técnica	Caracterización
Simplificación del Lenguaje	Evitar Jergas Técnicas	Traducir el lenguaje especializado a términos más sencillos y comprensibles para el público general. Utilizar analogías y ejemplos cotidianos para explicar conceptos complejos.
	Uso de Resúmenes Ejecutivos	Proporcionar resúmenes breves y concisos que expliquen los principales hallazgos de la investigación y su relevancia en un formato accesible.
Visualización de Datos	Infografías	Utilizar infografías para presentar datos y resultados de manera visual, facilitando la comprensión de la información compleja
	Gráficos Interactivos	Implementar gráficos interactivos que permitan a los usuarios explorar los datos por sí mismos, proporcionando una experiencia más participativa y atractiva.
Narrativa Científica	Storytelling	Contar la historia detrás de la investigación, incluyendo el contexto, los desafíos enfrentados y las implicaciones personales y sociales. Esto humaniza la ciencia y la hace más accesible.
	Casos de Estudio	Presentar ejemplos prácticos o casos de estudio que demuestren cómo la investigación puede aplicarse en la vida real o cómo ha impactado a comunidades o individuos
Medios Digitales	Blogs y Artículos de Divulgación	Escribir blogs o artículos para plataformas en línea que traduzcan los hallazgos científicos en contenido accesible para un público más amplio.
	Redes Sociales	Utilizar plataformas como X (Twitter), LinkedIn, y Facebook para compartir resultados de investigaciones de manera breve y visualmente atractiva. Involucrar al público mediante preguntas y debates.
	Videos y Podcasts	Crear videos cortos o podcasts que expliquen los principales hallazgos de manera dinámica y entretenida, permitiendo a los investigadores conectarse directamente con el público.
Participación Comunitaria	Talleres y Charlas Públicas	Organizar talleres, seminarios y charlas en comunidades locales donde se expliquen los resultados de la investigación y se discuta su relevancia local
	Ciencia Ciudadana	Involucrar a la comunidad en la recolección de datos o en proyectos de investigación colaborativa, permitiendo a los ciudadanos participar activamente y comprender mejor los procesos científicos.
Publicaciones en Acceso Abierto	Repositorios de Acceso Abierto	Publicar investigaciones en repositorios de acceso abierto para asegurar que cualquier persona interesada pueda acceder a los resultados sin barreras financieras
	Materiales Educativos Abiertos	Desarrollar recursos educativos, como guías o cursos en línea, basados en la investigación, disponibles para educadores y estudiantes.
Alianzas con Medios de Comunicación	Colaboración con Periodistas	Trabajar con periodistas científicos para garantizar que las investigaciones se comuniquen a través de medios de comunicación masiva, alcanzando a un público más amplio.
	Conferencias de Prensa y Comunicados	Realizar conferencias de prensa o emitir comunicados para presentar los hallazgos a los medios de comunicación, asegurando una cobertura precisa y efectiva.
Retroalimentación y Evaluación	Encuestas y Comentarios	Solicitar retroalimentación del público para evaluar la efectividad de la comunicación y realizar ajustes necesarios
	Medición del Impacto	Evaluar el impacto de la comunicación de la investigación

La Ciencia Abierta ofrece múltiples formas de participación ciudadana, permitiendo que las personas más allá del ámbito académico contribuyan activamente al proceso de investigación. Esta participación enriquece la calidad de la investigación y fortalece el vínculo entre la ciencia y la sociedad.

## Ciencia ciudadana

La ciencia ciudadana es una forma de participación en la que los ciudadanos, independientemente de su formación académica, colaboran con científicos en el proceso investigativo como la recolección, análisis e interpretación de datos. Ejemplos de ciencia ciudadana incluyen proyectos como eBird, donde los participantes registran avistamientos de aves, o Galaxy Zoo, donde ciudadanos ayudan a clasificar imágenes de galaxias.

En Ecuador, un país con una rica biodiversidad y una creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad, los proyectos de ciencia ciudadana tienen un potencial considerable para abordar desafíos locales. Ecuador es uno de los países más biodiversos del mundo, albergando una gran variedad de especies en sus diferentes ecosistemas, desde la Amazonía hasta los Andes y las Islas Galápagos. Sin embargo, esta biodiversidad está amenazada por factores como la deforestación, la minería, y el cambio climático. Los proyectos de ciencia ciudadana pueden jugar un papel crucial en la conservación de la biodiversidad al involucrar a las comunidades locales en el monitoreo de especies y la identificación de áreas críticas para la conservación. Por ejemplo, a través de plataformas de ciencia ciudadana como iNaturalist, los ciudadanos pueden registrar avistamientos de fauna y flora, contribuyendo a bases de datos globales que ayudan a los científicos a rastrear cambios en la distribución de especies y detectar amenazas emergentes. Estos datos pueden ser utilizados para desarrollar estrategias de conservación más efectivas y focalizadas en las necesidades específicas de los ecosistemas ecuatorianos.

El cambio climático es un desafío global con impactos globales sin duda, pero con diferentes implicaciones según la localidad, especialmente en países como Ecuador, que son vulnerables a fenómenos como el aumento del nivel del mar, cambios en los patrones de lluvia, y eventos climáticos extremos. Los proyectos de ciencia ciudadana pueden empoderar a las comunidades para que participen en el monitoreo de variables ambientales, como la temperatura, la calidad del aire y del agua y la frecuencia de eventos climáticos extremos.

Iniciativas como "Observadores del Clima" pueden movilizar a estudiantes, agricultores, y otros ciudadanos interesados para recopilar datos que complementen las redes de monitoreo meteorológico oficiales (PNUD, 2024). Estos datos proporcionan una comprensión más detallada de los efec-

tos del cambio climático a nivel local permiten a las comunidades adaptar sus prácticas agrícolas y de gestión de recursos naturales a las nuevas realidades climáticas.

En el ámbito de la salud pública, la ciencia ciudadana tiene el potencial de mejorar la vigilancia epidemiológica y la respuesta a brotes de enfermedades. Proyectos que involucren a los ciudadanos en la recolección de datos sobre síntomas de enfermedades, la distribución de vectores como los mosquitos, o el acceso a servicios de salud pueden proporcionar a las autoridades sanitarias información valiosa y en tiempo real para la toma de decisiones. En Ecuador, donde la lucha contra enfermedades como el dengue es un desafío continuo, la participación ciudadana puede ser clave para detectar brotes tempranos y coordinar respuestas rápidas y efectivas. Aplicaciones móviles y plataformas en línea pueden facilitar la recolección de datos y la comunicación entre la comunidad y las autoridades de salud.

Los proyectos de ciencia ciudadana también tienen un fuerte componente educativo, ayudando a sensibilizar a la población sobre la importancia de la ciencia y la conservación. Al participar en proyectos de monitoreo de la biodiversidad o en iniciativas de salud pública, los ciudadanos adquieren un mayor entendimiento de los problemas científicos y ambientales que afectan a sus comunidades. Esta educación práctica fomenta una ciudadanía más informada y comprometida con la sostenibilidad y la ciencia.

No obstante, a pesar de su gran potencial, la ciencia ciudadana en Ecuador enfrenta problemas importantes como la falta de infraestructura tecnológica en zonas rurales, la necesidad de formación para los participantes y la coordinación entre los diferentes actores involucrados. Por otro lado, fortalecer la ciencia ciudadana a través de alianzas entre instituciones académicas, ONGs, y el gobierno, así como mediante la inversión en tecnologías accesibles y programas de capacitación pueden ser oportunidades a considerar.

Dicho esto, el potencial de los proyectos de ciencia ciudadana en Ecuador es vasto. Al empoderar a los ciudadanos para que participen activamente en la investigación científica, estos proyectos contribuyen al conocimiento y la sostenibilidad, fortalecen el tejido social y la conexión entre la ciencia y la sociedad. Con el apoyo adecuado, la ciencia ciudadana puede convertirse en un pilar fundamental para el desarrollo sostenible y la resiliencia frente a los desafíos del siglo XXI en Ecuador.

La implementación de proyectos de ciencia ciudadana desde las Instituciones de Educación Superior (IES) puede generar un impacto significativo tanto en la comunidad local como en la formación académica de los estudiantes. A continuación, se presenta una guía para desarrollar e implementar con éxito un proyecto de ciencia ciudadana en una localidad específica.

## Figura 27

### *Pasos para implementar la ciencia ciudadana en una localidad*

1

#### **Identificación de la Problemática Local**

Objetivo: Determinar los problemas o necesidades específicas de la comunidad local que puedan ser abordados a través de un proyecto de ciencia ciudadana.

**Reuniones Comunitarias:** Organizar reuniones con líderes comunitarios, organizaciones locales y miembros de la comunidad para identificar problemas que sean relevantes y urgentes.

**Encuestas y Entrevistas:** Realizar encuestas o entrevistas para recoger información sobre los temas que preocupan a la comunidad, como la calidad del agua, la biodiversidad, o la salud pública.

**Revisión de Datos Existentes:** Analizar estudios previos o datos disponibles sobre la localidad para identificar áreas donde la ciencia ciudadana puede ser útil.

2

#### **Definición de los Objetivos del Proyecto**

Objetivo: Establecer objetivos claros y medibles para el proyecto de ciencia ciudadana.

**Establecimiento de Metas:** Definir qué se espera lograr con el proyecto, como la recolección de datos sobre especies locales, el monitoreo de la calidad del aire, o la sensibilización sobre temas de salud.

**Indicadores de Éxito:** Desarrollar indicadores específicos para medir el éxito del proyecto, como la cantidad de datos recopilados, el nivel de participación ciudadana, o la implementación de políticas basadas en los resultados.

3

#### **Diseño del Proyecto**

Objetivo: Desarrollar un plan detallado que incluya el diseño metodológico, las herramientas necesarias y la estructura de participación.

**Metodología:** Seleccionar las metodologías de investigación que serán utilizadas, asegurándose de que sean accesibles para los ciudadanos sin formación científica. Esto puede incluir la recolección de muestras, la observación sistemática, o la realización de encuestas.

**Herramientas y Tecnologías:** Identificar y adquirir las herramientas necesarias para el proyecto, como aplicaciones móviles para recolección de datos, kits de monitoreo ambiental, o plataformas en línea para análisis de datos.

**Plan de Participación:** Establecer cómo se involucrará a los ciudadanos en el proyecto. Esto puede incluir talleres de capacitación, actividades de campo, y la creación de un portal en línea donde los participantes puedan subir y ver los datos.

# 4

## Formación y Capacitación

Objetivo: Asegurar que todos los participantes tengan las habilidades y conocimientos necesarios para contribuir de manera efectiva al proyecto.

**Talleres de Capacitación:** Organizar talleres para capacitar a los ciudadanos en las metodologías de recolección de datos, uso de herramientas y tecnologías, y en la comprensión del objetivo científico del proyecto.

**Materiales Educativos:** Desarrollar materiales educativos, como manuales, videos tutoriales y guías prácticas, que puedan ser distribuidos a los participantes para facilitar su comprensión y participación.

# 5

## Ejecución del Proyecto

Objetivo: Poner en marcha el proyecto, recolectar datos y asegurar la participación activa de la comunidad.

**Lanzamiento del Proyecto:** Realizar un evento de lanzamiento para dar a conocer el proyecto en la comunidad, explicar su importancia y motivar la participación.

**Monitoreo Continuo:** Establecer un sistema de monitoreo continuo para seguir el progreso del proyecto, resolver problemas que puedan surgir, y mantener la motivación de los participantes.

**Comunicación Regular:** Mantener una comunicación constante con los participantes a través de reuniones, boletines informativos, y redes sociales, compartiendo avances y resultados preliminares.

# 6

## Análisis y Presentación de Resultados

Objetivo: Analizar los datos recolectados y comunicar los resultados a la comunidad y a los interesados.

**Análisis de Datos:** Realizar un análisis detallado de los datos recolectados, utilizando herramientas estadísticas y software especializado, según sea necesario.

**Presentación de Resultados:** Organizar una presentación pública de los resultados, mostrando cómo los datos recopilados pueden ayudar a resolver la problemática identificada. Los resultados deben ser presentados en un lenguaje accesible para todos los participantes.

**Publicación y Difusión:** Publicar los resultados en plataformas de acceso abierto y en medios locales, y compartir los hallazgos con instituciones relevantes y tomadores de decisiones.

# 7

## Implementación de Soluciones y Evaluación

Objetivo: Utilizar los resultados para implementar soluciones prácticas y evaluar el impacto del proyecto.

Desarrollo de Soluciones: Colaborar con la comunidad y las autoridades locales para desarrollar e implementar soluciones basadas en los resultados del proyecto.

Evaluación del Impacto: Realizar una evaluación del impacto del proyecto, tanto en términos de la resolución del problema como en la participación y educación de la comunidad.

Sostenibilidad: Establecer un plan para asegurar la continuidad del proyecto o para implementar nuevos proyectos de ciencia ciudadana en la localidad.

Implementar la ciencia ciudadana desde una IES en una localidad específica requiere de una planificación cuidadosa, una sólida colaboración con la comunidad, y un enfoque en la capacitación y el empoderamiento de los ciudadanos. Al seguir esta guía, las IES pueden desarrollar proyectos que aborden problemas locales y fortalezcan la conexión entre la ciencia y la sociedad, promoviendo una participación activa y significativa en la creación de conocimiento.

### Co-creación de conocimiento

Un término íntimamente relacionado a la ciencia ciudadana es la co-creación de conocimiento, donde los ciudadanos participan en la recolección de datos, colaboran en la formulación de preguntas de investigación, el diseño de estudios y la interpretación de resultados. Este enfoque promueve un diálogo bidireccional entre los investigadores y la comunidad, asegurando que las investigaciones respondan a necesidades y preocupaciones reales. La co-creación es particularmente valiosa en proyectos relacionados con problemas locales, como estrategia que los sitúa en el centro del proceso de investigación. En las Instituciones de Educación Superior (IES) ecuatorianas, este enfoque tiene un potencial transformador, particularmente en un contexto donde los problemas locales requieren soluciones específicas que a menudo no pueden ser abordadas adecuadamente a través de enfoques científicos convencionales.

La co-creación de conocimiento representa una ruptura con el modelo tradicional de investigación, en el que los científicos diseñan estudios y formulan preguntas en aislamiento de las comunidades que se verán afectadas por sus resultados. En lugar de ello, la co-creación promueve un diálogo bidireccional donde las comunidades tienen una voz sobre problemas que

enfrentan y pueden ofrecer perspectivas que los investigadores externos podrían pasar por alto.

En Ecuador, un país con una gran diversidad cultural y geográfica, la co-creación de conocimiento es fundamental para abordar problemas que varían ampliamente entre regiones. Por ejemplo, en áreas rurales donde la agricultura es la principal fuente de sustento, los agricultores locales pueden contribuir con su conocimiento ancestral para desarrollar estudios sobre la adaptación al cambio climático, identificando prácticas sostenibles. Del mismo modo, en las comunidades indígenas, la co-creación puede permitir la integración de cosmovisiones y prácticas tradicionales en investigaciones sobre salud, educación, o medio ambiente, haciendo que los resultados sean más relevantes y aceptables para esas comunidades.

A pesar de sus beneficios, la falta de infraestructura y recursos para facilitar la participación comunitaria efectiva es grave. Muchas IES en Ecuador, especialmente las que están fuera de las grandes ciudades, carecen de los recursos necesarios para llevar a cabo investigaciones en colaboración con comunidades locales, como fondos para transporte, materiales de campo o tecnología para el intercambio de información.

Además, existe un desafío cultural y académico. Tradicionalmente, la investigación en las IES se ha centrado en la producción de conocimiento académico que cumple con estándares internacionales, a menudo priorizando la publicación en revistas indexadas sobre la resolución de problemas locales. Este puede ser una barrera para la co-creación, ya que los temas de investigación seleccionados pueden no alinearse con las necesidades y prioridades de las comunidades locales.

Cambiar esta mentalidad requiere un esfuerzo concertado para valorar el conocimiento local y reconocer la importancia de investigaciones que, aunque no siempre sean publicadas en revistas de alto impacto, tienen un impacto aún más relevante y directo en la sociedad. Otro, es la necesidad de construir confianza entre los investigadores y las comunidades. En algunos casos, las comunidades pueden haber tenido experiencias negativas con investigadores que han explotado sus recursos o conocimientos sin proporcionar beneficios tangibles a cambio. Para superar esta desconfianza, es esencial que los investigadores se comprometan a un proceso transparente y ético de co-creación, donde los beneficios de la investigación se compartan equitativamente con las comunidades.

A pesar de todos estos problemas, la co-creación de conocimiento presenta conyunturas significativas para las IES ecuatorianas. En primer lugar, este enfoque puede mejorar la relevancia y la calidad de la investigación al asegurar que las preguntas de investigación estén alineadas con las necesidades reales de las comunidades. Al involucrar a los ciudadanos desde el principio, los investigadores pueden desarrollar estudios que sean académicamente

sólidos y también socialmente útiles. Además, puede fortalecer la relación entre las IES y las comunidades locales, fomentando un sentido de colaboración y responsabilidad compartida, consiguiendo un mayor apoyo comunitario para las actividades de investigación y en una mayor disposición de las comunidades a participar en futuros proyectos.

En última instancia, la co-creación puede ayudar a las IES a cumplir con su misión de contribuir al desarrollo social y económico del país, produciendo conocimientos que producen un impacto palpable en la vida de las personas y ayudaría a las IES ecuatorianas a posicionarse como líderes en un movimiento global hacia una ciencia más abierta e inclusiva, destacando en la arena internacional como ejemplos de cómo la investigación puede ser utilizada para promover la equidad y la justicia social.

## Revisión por pares abierta

La revisión por pares abierta es una práctica en la que los ciudadanos, junto con expertos, revisan y comentan manuscritos científicos antes de su publicación. Aunque tradicionalmente la revisión por pares ha estado restringida a expertos en la materia, la Ciencia Abierta promueve la inclusión de voces ciudadanas para asegurar que las investigaciones sean comprensibles y relevantes para un público más amplio. Esto también ayuda a identificar posibles sesgos o problemas éticos desde una perspectiva externa.

En Ecuador, la Ciencia Abierta está ganando terreno como un enfoque que busca democratizar el acceso al conocimiento y fomentar una mayor participación de la ciudadanía en el proceso científico. Sin embargo, uno de los desafíos persistentes es la limitada transparencia y accesibilidad del proceso de revisión por pares, un pilar fundamental en la validación de la investigación científica. La revisión por pares abierta ofrece una oportunidad para superar estos obstáculos.

Supongamos que un grupo de investigadores de una universidad ecuatoriana está desarrollando un estudio sobre los factores que afectan la prevalencia de enfermedades infecciosas en zonas rurales del país. Este proyecto, que tiene implicaciones directas para la salud pública, propone implementar un modelo de revisión por pares abierta para asegurar que los resultados sean relevantes y comprensibles para los académicos, las comunidades afectadas y los responsables de la toma de decisiones. La figura 28 muestra los pasos para un proceso de revisión por pares abierta.

**Figura 28**

*Fases de revisión por pares abierta*



La revisión por pares abierta del caso planteado conlleva varios beneficios como:

a) Mayor relevancia y aplicabilidad: al incluir las voces de los ciudadanos en el proceso de revisión, se asegura que los resultados de la investigación sean directamente aplicables y comprensibles para las comunidades a las que están destinados a servir.

b) Transparencia y confianza: la apertura del proceso de revisión fomenta la transparencia y aumentar la confianza del público en los conocimientos generados por la investigación, un aspecto importante en temas de salud pública y otras disciplinas.

c) Identificación de sesgos: la participación de revisores ciudadanos permite identificar y mitigar sesgos que los expertos pueden pasar por alto, mejorando la equidad y la ética de la investigación.

Este modelo de revisión por pares abierta es especialmente aplicable en el contexto ecuatoriano, donde la diversidad cultural y las diferencias geográficas pueden influir en cómo se perciben y aplican los resultados de la investigación. La implementación de un sistema de revisión por pares abierta en las IES ecuatorianas podría mejorar la calidad y relevancia de la investigación,

fortalecer la relación entre las universidades y las comunidades locales, promoviendo una ciencia más inclusiva y orientada a resolver problemas concretos. Además, este enfoque puede ayudar a las universidades ecuatorianas a posicionarse como líderes en la Ciencia Abierta a nivel regional, estableciendo precedentes en la inclusión de la ciudadanía en procesos tradicionalmente restringidos a expertos.

## Participación en decisiones de políticas científicas

Los ciudadanos pueden involucrarse en la toma de decisiones sobre políticas científicas a través de consultas públicas, foros de debate y otros mecanismos participativos. Estas iniciativas permiten que la sociedad influya en la dirección de la investigación científica, asegurando que los recursos se destinen a áreas de interés público. Por ejemplo, en algunos países, los ciudadanos tienen voz en la priorización de proyectos científicos financiados con fondos públicos.

La participación ciudadana en la toma de decisiones sobre políticas científicas es una práctica que, aunque todavía incipiente en muchos países, tiene el potencial de transformar la relación entre la ciencia y la sociedad. En un contexto donde la investigación universitaria es financiada con dinero público, como ocurre en Ecuador, esta participación es deseable, un imperativo ético y democrático. Al involucrar a los ciudadanos en la definición de prioridades científicas y en la asignación de recursos, se asegura que la investigación responda a las necesidades y aspiraciones de la sociedad, fortaleciendo la legitimidad de las decisiones políticas y promoviendo una ciencia más inclusiva y relevante.

La ciencia no opera en un vacío social; está intrínsecamente ligada a los valores, prioridades y preocupaciones de la sociedad en la que se desarrolla. Sin embargo, las decisiones sobre qué investigar y cómo hacerlo han sido tradicionalmente dominio exclusivo de los expertos y las instituciones científicas. Esta separación entre la ciencia y el público ha llevado, en muchos casos, a una desconexión entre las investigaciones y las necesidades reales de la sociedad. La participación ciudadana en las políticas científicas busca cerrar esta brecha, permitiendo que los ciudadanos influyan directamente en la dirección de la investigación.

En países donde la investigación universitaria es financiada con fondos públicos, como Ecuador, la participación ciudadana en las decisiones sobre políticas científicas es una cuestión de eficiencia y justicia. Los ciudadanos, como contribuyentes, tienen el derecho a influir en cómo se utilizan sus re-

cursos para financiar la ciencia. Esto es especialmente relevante en un país con recursos limitados, donde las decisiones sobre qué proyectos financiar pueden tener implicaciones significativas para el desarrollo social, económico y ambiental.

Existen varios mecanismos a través de los cuales los ciudadanos pueden involucrarse en la toma de decisiones sobre políticas científicas. Estos incluyen consultas públicas, foros de debate, y otras formas de participación directa, como las asambleas ciudadanas. En las consultas públicas, los ciudadanos pueden expresar sus opiniones sobre cuestiones específicas de política científica, como la priorización de áreas de investigación o la evaluación de riesgos y beneficios de ciertas tecnologías.

Los foros de debate permiten una discusión más amplia, donde los ciudadanos pueden intercambiar ideas con científicos, responsables políticos y otros actores sociales. En cuanto a las asambleas ciudadanas, representan una forma más profunda de participación, donde un grupo de ciudadanos seleccionados al azar discuten un tema específico de política científica, asesorados por expertos y emiten recomendaciones que los responsables políticos pueden tomar en cuenta. Este tipo de mecanismo amplía la base de legitimidad de las decisiones y enriquece el proceso de toma de decisiones al incorporar una diversidad de perspectivas y conocimientos.

Sin embargo, la falta de una cultura de participación y de estructuras institucionales que faciliten esta participación pueden dificultar su instauración. Aunque existen algunas iniciativas de consulta pública, estas son generalmente limitadas en alcance e impacto sobre las decisiones políticas. Además, la participación ciudadana en la ciencia a menudo se ve obstaculizada por la falta de información accesible y comprensible para el público general, así como por la percepción de que las decisiones científicas son demasiado técnicas o complejas para ser entendidas por los ciudadanos.

## **Involucramiento en proyectos de gobierno abierto**

La integración de la Ciencia Abierta en el gobierno abierto representa un cambio paradigmático en la forma en que se desarrollan y evalúan las políticas públicas. Esta convergencia permite que los ciudadanos participen de manera activa en la creación de políticas basadas en evidencia científica, promoviendo una mayor transparencia, rendición de cuentas y efectividad en la gestión pública. A través del acceso a datos y resultados de investigaciones financiadas con fondos públicos, los ciudadanos tienen la oportunidad de analizar, cuestionar y contribuir al desarrollo de políticas más informadas y

alineadas con las necesidades sociales. Pese a ello, esta integración también presenta desafíos considerables que deben ser abordados para realizar su potencial.

El gobierno abierto se basa en principios de transparencia, participación y colaboración, permitiendo que los ciudadanos tengan un papel activo en la toma de decisiones gubernamentales. La Ciencia Abierta, por su parte, promueve el acceso libre y gratuito a los resultados de la investigación científica, incluyendo datos, publicaciones y herramientas metodológicas. Cuando se combinan estos dos enfoques, se crea un espacio en el que los ciudadanos son consumidores de políticas públicas, co-creadores de las mismas.

Uno de los mayores beneficios de esta integración es la posibilidad de desarrollar políticas públicas basadas en evidencia científica sólida. Al tener acceso a los datos y resultados de investigaciones financiadas con fondos públicos, los ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil pueden realizar análisis independientes, proponer alternativas y monitorear la implementación de políticas. Esto mejora la calidad de las decisiones gubernamentales, fortalece la legitimidad y la confianza en las instituciones públicas.

Existe un riesgo de que la Ciencia Abierta se utilice de manera superficial o simbólica, donde los datos se ponen a disposición del público sin un compromiso real con la participación ciudadana. En estos casos, la Ciencia Abierta podría convertirse en una herramienta de legitimación sin que los ciudadanos tengan una influencia clara en las decisiones políticas. Es fundamental que los gobiernos publiquen datos y fomenten la creación de espacios y mecanismos efectivos para el análisis y la discusión pública.

Asimismo, en Ecuador, donde la confianza en las instituciones públicas ha sido históricamente frágil, la integración de la Ciencia Abierta en el gobierno abierto ofrece una oportunidad para mejorar la relación entre el Estado y la sociedad. Sin embargo, para que este enfoque tenga éxito, es necesario que las instituciones públicas adopten una cultura de apertura genuina, apoyada por programas de formación que permitan a los ciudadanos desarrollar las habilidades necesarias para participar plenamente, mejorar la efectividad de las políticas y fortalecer la cohesión social.

La integración de la Ciencia Abierta en el gobierno abierto es una vía prometedora para mejorar la calidad y la legitimidad de las políticas públicas. Al permitir que los ciudadanos accedan a los datos y resultados de investigaciones financiadas con fondos públicos, se promueve una toma de decisiones más informada y democrática. Sin embargo, para que esta integración sea efectiva, es necesario superar desafíos significativos relacionados con el acceso a la información, la capacidad de interpretación, y la protección de la privacidad.

## **Crowdsourcing de ideas y recursos**

El *crowdsourcing*, entendido como la práctica de obtener ideas, soluciones, o financiamiento de una comunidad diversa a través de plataformas digitales, se ha convertido en una herramienta poderosa en el ámbito de la investigación científica. Sin embargo, en el contexto ecuatoriano, el *crowdsourcing* enfrenta desafíos particulares, especialmente debido a la falta de financiamiento directo de la investigación por parte de la industria y la limitada capacidad financiera de la pequeña y microindustria. Este ensayo analiza críticamente el potencial y las limitaciones del *crowdsourcing* en Ecuador, explorando cómo esta estrategia puede adaptarse para ser efectiva en un entorno con restricciones económicas y estructurales significativas.

El *crowdsourcing* ofrece varias ventajas importantes en la investigación científica. En primer lugar, permite que una amplia gama de actores participe en el proceso de investigación, desde la formulación de preguntas hasta la implementación de soluciones. Esta diversidad de perspectivas puede enriquecer ampliamente el proceso científico, introduciendo ideas innovadoras y enfoques metodológicos que podrían no haber surgido en un entorno más cerrado y tradicional. Además, el *crowdsourcing* facilita el acceso a financiamiento alternativo, permitiendo a los investigadores superar las limitaciones impuestas por la falta de recursos en sus instituciones o en el sector industrial.

En países como Ecuador, donde la investigación científica a menudo enfrenta restricciones financieras severas, el *crowdsourcing* puede ser una herramienta valiosa para movilizar recursos de la comunidad. A través de plataformas de *crowdsourcing*, los investigadores pueden atraer pequeños aportes de un gran número de ciudadanos interesados, quienes pueden sentirse motivados a contribuir por su interés personal en el tema de investigación o por el impacto potencial que este podría tener en su comunidad a fin de ayudar a financiar proyectos que de otra manera podrían no realizarse, también fortalece el vínculo entre la ciencia y la sociedad, fomentando un sentido de propiedad compartida sobre el conocimiento generado.

A pesar de sus ventajas, el *crowdsourcing* enfrenta desafíos significativos en el contexto ecuatoriano. Uno de los principales obstáculos es la falta de una cultura establecida de donación y financiamiento participativo para la ciencia. En un país donde la pequeña y microindustria carece de la capacidad financiera para invertir en investigación y desarrollo, y donde la gran industria se enfoca más en la implementación que en la investigación básica o aplicada, la base de apoyo financiero para proyectos de *crowdsourcing* es limitada.

La falta de infraestructura digital y de plataformas especializadas para el *crowdsourcing* científico puede dificultar la implementación efectiva de este. Aunque existen plataformas globales como Kickstarter o GoFundMe, estas no están específicamente diseñadas para proyectos científicos y pueden no

ser adecuadas para abordar las necesidades particulares de los investigadores ecuatorianos. La ausencia de una plataforma local que permita a los investigadores conectarse directamente con su comunidad, en su idioma y dentro de su contexto cultural, es otra barrera a tomar en cuenta.

La confianza pública en los proyectos de investigación, en un entorno donde la transparencia y la rendición de cuentas en el uso de fondos públicos a menudo son deficientes, los ciudadanos pueden mostrarse escépticos ante la idea de financiar investigaciones a través de sus propios recursos. Esto subraya la necesidad de establecer mecanismos claros de transparencia y rendición de cuentas en cualquier iniciativa de *crowdsourcing*, para asegurar a los donantes que sus contribuciones serán utilizadas de manera efectiva y con impacto tangible.

### **Adaptación del *Crowdsourcing* a la realidad ecuatoriana**

Para que el *crowdsourcing* se convierta en una herramienta viable y efectiva en Ecuador, es necesario adaptarlo a las realidades económicas y sociales del país ya que la creación de plataformas de *crowdsourcing* locales, diseñadas específicamente para apoyar proyectos de investigación científica vinculadas a universidades y otras instituciones académicas, actuarían como garantes de la calidad y la seriedad de los proyectos, aumentando así la confianza de los ciudadanos en la iniciativa.

Además, es fundamental desarrollar campañas de educación y sensibilización que promuevan el valor de la ciencia y la investigación entre la población general. Estas campañas deberían destacar cómo la investigación financiada a través de *crowdsourcing* puede tener un impacto directo en la vida de las personas, ya sea mediante la mejora de la salud pública, la conservación del medio ambiente, o el desarrollo de tecnologías locales que respondan a las necesidades específicas del país.

Otra adaptación necesaria es el enfoque en proyectos de investigación que tengan un claro componente de impacto social y comunitario. En lugar de intentar financiar investigaciones puramente académicas o teóricas, los investigadores podrían centrar sus esfuerzos en proyectos que resuelvan problemas locales y que tengan una aplicación práctica inmediata. Esto aumentaría la probabilidad de éxito en la recaudación de fondos, y aseguraría que los resultados de la investigación sean relevantes y beneficiosos para la comunidad.



B

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amadeu, C. (2008). A dimensao geográfica da Internet no Brasil e no Mundo. Universidad de Sao Paulo. [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-24112009-144158/publico/AMADEU\\_CARDOSO\\_JUNIOR.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-24112009-144158/publico/AMADEU_CARDOSO_JUNIOR.pdf)
- American Satellite (2024). Satélite OneWeb. <https://www.americansatellite.us/sp/OneWeb.htm>
- Aquino-Remigio, S et al. (2021). Evaluación de los repositorios institucionales del sector agrario y afines en el Perú: un estudio preliminar. X Congreso Internacional de Bibliotecas y Repositorios digitales. <https://biredial.istec.org/wp-content/uploads/sites/14/2021/10/143-Poster-Evaluacion-de-los-repositorios-institucionales-del-sector-agrario-y-afines-en-el-Peru-6.pdf>
- Armentano Y. et al. (2023). Plan de virtualización de la educación superior argentina : PlanVES 2020-2023. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la Nación. ISBN 978-987-8262-23-9
- Atkins, D. E., Seely Brown, J. and Hammond, A. L. (2007). A Review of the Open Educational Resources (OER) Movement: Achievements, Challenges, and New Opportunities. Report to the William and Flora Hewlett Foundation. [http://www.oerders.org/wp-content/uploads/2007/03/a-review-of-the-open-educational-resources-oer-movement\\_final.pdf](http://www.oerders.org/wp-content/uploads/2007/03/a-review-of-the-open-educational-resources-oer-movement_final.pdf)
- Barbour V, Patterson M. Open access: the view of the Public Library of Science. *J Thromb Haemost.* 2006 Jul;4(7):1450-3. doi: 10.1111/j.1538-7836.2006.02008.x. PMID: 16839336; PMCID: PMC1569639.
- BBVA (2015). What are open source licences?. Infografía <https://www.bbvaapimarket.com/en/api-world/infographic-what-are-open-source-license/>
- Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities (2003). <http://oa.mpg.de/openaccess-berlin/berlin-declaration.html>
- Bethesda Statement on Open Access Publishing (2003). *Jlist.it* 3(2) [https://archive.org/details/jlis\\_it-8628](https://archive.org/details/jlis_it-8628)
- Budapest Open Access Initiative (BOAI). (2002). <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Revistas->

- CACES (2023). Modelo de Evaluación Externa con fines de Acreditación para el Aseguramiento de la Calidad de las UNIVERSIDADES Y ESCUELAS POLITÉCNICAS. <https://www.caces.gob.ec/wp-content/uploads/2023/12/Modelo-de-Evaluación-Externa-UEP-2023-1.pdf>
- Casadevall A. & Fang F.C. (2016). Rigorous Science: a How-To Guide. *mBio* 7:10.1128/mbio.01902-16. <https://doi.org/10.1128/mbio.01902-16>
- Centro Regional para el Fomento del Libro en América Latina y el Caribe (2018). Acceso Abierto. <https://cerlalc.org/wp-content/uploads/2018/11/Dosier-Cerlalc-Acceso-abierto-1.pdf>
- CEPAL (2021). Open Science and academic recognition and rewards: A new vision from Utrecht University. Ciclo de webinars de Ciencia Abierta 2021. <https://www.cepal.org/es/notas/open-science-and-academic-recognition-and-rewards-new-vision-utrecht-university>
- Codina, L (2019). Zenodo OpenAIRE: repositorio multidisciplinar de la UE para la Ciencia Abierta. <https://www.lluiscodina.com/zenodo-openaire/>
- Comisión Europea (2018). Open Science Policy Platform Recommendations. [https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/integrated\\_advice\\_opspp\\_recommendations.pdf](https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/integrated_advice_opspp_recommendations.pdf)
- Comisión Europea (2021). La protección de datos en la UE [https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu\\_es](https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_es)
- Constitución de la República de Ecuador (2021)
- Corral, A. (2021). Ecuador: An Introduction to Intellectual Property. Chambers & Partners. <https://chambers.com/content/item/3973>
- De Filippo, D. y D'Onofrio, M.G. (2019). Alcances y limitaciones de la Ciencia Abierta en Latinoamérica: análisis de las políticas públicas y publicaciones científicas de la región. *Hipertext.net*, (19), 32-48. DOI:10.31009/hipertext.net.2019.i19.03
- Dumanis, B et al. (2023). From policy to practice: Lessons learned from an open science funding initiative. *Plos Computational Biology*. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011626>
- Eur-LEX. (2023). Datos abiertos y reutilización de la información del sector público. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/open-data-and-the-reuse-of-public-sector-information.html>
- European Universities Association (2021). From principles to practices: Open Science at Europe's universities 2020-2021 EUA Open Science Survey results. <https://www.eua.eu/resources/publications/976:from-principles-to-practices-open-science-at-europe%E2%80%99s-universities-2020-2021-eua-open-science-survey-results.html>
- Ferran A. (2018). Humanidades Digitales Retos Recursos y Nuevas Propuestas. *Agilice Digital*, Valladolid. ISBN 978-84-16178-83-4
- FLACSO (2015). Jornada "Acceso Abierto: Investigar, Publicar y Compartir". <https://www.flacso.org.ar/jornada-acceso-abierto-investigar-publicar-y-compartir/>
- FOSTER (2015). Open Science Definition. <https://www.fosteropenscience.eu/foster-taxonomy/open-science-definition>
- Fundación Openlab Ecuador. (2024). Estructura del Informe del estado de la Ciencia Abierta en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- GitHub (2019). Plataformas colaborativas. [https://github.com/Open-Science-Training-Handbook/Open-Science-Training-Handbook\\_ES/blob/master/02OpenScienceBasics/07CollaborativePlatforms.md](https://github.com/Open-Science-Training-Handbook/Open-Science-Training-Handbook_ES/blob/master/02OpenScienceBasics/07CollaborativePlatforms.md)

- Guerrero-Sosa, J. (2020). Un generador de metadatos openaire conforme con el repositorio nacional de México. *Journal of Science and Research Revista Ciencia e Investigación* 5:808-830. DOI:10.5281/zenodo.4451296
- Guifi.net (2009). ¿Qué es guifi.net? <https://guifi.net/node/20627>
- HCA ORGANIZATION (2020). About the HCA Data Portal. <https://data.humancellatlas.org/about>
- Internet Society Foundation (2022). Cuatro proyectos reciben financiación para avanzar en el acceso a Internet y la conectividad en todo el mundo. <https://www.isocfoundation.org/es/2022/04/cuatro-proyectos-reciben-financiacion-para-avanzar-en-el-acceso-a-internet-y-la-conectividad-en-todo-el-mundo/>
- Ley Orgánica de Educación Superior. (2018)
- Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (2021)
- Ley Orgánica del Sistema de Registro de Datos Públicos (2014)
- Mozilla (2024). Qué hacemos. <https://foundation.mozilla.org/es/what-we-do/>
- Nardi, A. (2021). *El cambio de paradigma en la Comunicación Científica. Ciencia Abierta en la Universidad: desafíos y obstáculos*. 19a Jornada sobre la Biblioteca Digital Universitaria. Universidad Torcuato Di Tella.
- ODC. (2015). International Open Data Charter [https://opendatacharter.org/wp-content/uploads/2023/12/opendatacharter-charter\\_F.pdf](https://opendatacharter.org/wp-content/uploads/2023/12/opendatacharter-charter_F.pdf)
- OER COMMONS (2024). Guía para la creación y uso de recursos educativos abiertos en la biblioteca OER Commons. <https://oercommons.org/authoring/59706-guía-para-la-creación-y-uso-de-recursos-educativos/1/view>
- Open Data Handbook. ¿Qué son los datos abiertos? <https://opendatahandbook.org/guide/es/what-is-open-data/>
- Open Knowledge Foundation (2009). Front Page. The Open Knowledge Definition. <http://www.opendefinition.org/>
- Open Science Collaboration. Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*. 2015, vol. 349, n° 6251, aac4716. DOI: 10.1126/science.aac4716. Available from <http://osf.io/ezcuj/wiki/home/>
- OpenCourseWare (2015). Teaching the Class as a SPOC. <https://live.ocw.mit.edu/courses/16-842-fundamentals-of-systems-engineering-fall-2015/resources/teaching-the-class-as-a-spoc/>
- OSF Support (2022). Introducción a OSF (Getting started on the OSF Español) <https://help.osf.io/article/442-introduccion-a-osf-getting-started-on-the-osf#:~:text=OSF%20es%20un%20proyecto%20de,público%20para%20una%20amplia%20difusión.>
- OSPP (Open Science Policy Platform). (2018). OSPP Combined Recommendations for the embedding of open science. Report of the Open Science Policy Platform. [https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/ospp\\_combined\\_recommendations.pdf#view1/4fit&pagemode1/4none](https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/ospp_combined_recommendations.pdf#view1/4fit&pagemode1/4none)
- Palma Peña, J. M. (2024). Ciencia abierta y normatividades para implementar su apertura en Latinoamérica: tendencias, análisis y recomendaciones. *e-Ciencias de la Información*, 14(1). <https://doi.org/10.15517/eci.v14i1.55664>
- PNUD (2024). La cuenca del río Coca cuenta con voluntarios y voluntarias que contribuyen con su trabajo al monitoreo de eventos hidrometeorológicos. <https://www.undp.org/es/ecuador/noticias/la-cuenca-del-rio-coca-cuenta-con-voluntarios-y-voluntarias-que-contribuyen-con-su-trabajo-al-monitoreo-de-eventos>

- Proyecto Rosie <https://rosie-project.eu>
- REDHAT (2023). ¿Qué es el open source? <https://www.redhat.com/es/topics/open-source/what-is-open-source>
- Registry of Open Access Repositories (2021). Repositório Institucional da Universidade Federal de Minas Gerais. <http://roar.eprints.org/16759/>
- Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Superior (2011)
- Reglamento de Régimen Académico (2022)
- Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition (SPARC) (2013). <http://www.arl.org/sparc/>
- Secretaría Nacional de Planificación (2017). Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida 2017-2021.
- SENECYT (2016). Reglamento De Selección Y Adjudicación De Programas Y/O Proyectos De Investigación Científica Y Desarrollo Tecnológico (I+D) Financiados O Cofinanciados Por La Secretaría Nacional De Educación Superior, Ciencia, Tecnología E Innovación.
- SENECYT (2018). Estructura General Para La Presentación De Programas Y Proyectos De Inversión. [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/Proyecto-IDI\\_Senplades.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/Proyecto-IDI_Senplades.pdf)
- SENECYT (2023). Proyecto de Inversión para el Desarrollo de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (eCIT) [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/Proyecto-Ecit-14\\_10\\_2022\\_compressed.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/Proyecto-Ecit-14_10_2022_compressed.pdf)
- Shepherd, Charles D., Ahmed, Pervaiz K., Ramos Leticia, Ramos, Claudia (2012). Administración De La Innovación. Pearson Educación, México, 2012 ISBN: 978-607-32-0855-0
- SPARC. (2011). How Open is it? [https://sparcopen.org/wp-content/uploads/2016/01/OAS\\_Spanish\\_web.pdf](https://sparcopen.org/wp-content/uploads/2016/01/OAS_Spanish_web.pdf)
- Subirats J, Barrueco J.M. (2003). Open archives initiative. Protocol for metadata harvesting (OAI-PMH) descripción, funciones y aplicaciones de un protocolo. ISSN-e 1699-2407, ISSN 1386-6710, Vol. 12, N° 2, 2003, págs. 99-106
- UCLA (2015). Calibrated Peer Review <http://cpr.molsci.ucla.edu/Home>
- UNESCO (2015). Guía básica de recursos educativos abiertos (REA). ISBN: 978-92-3-300020-9. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232986>
- UNESCO (2023). Involucrar a actores sociales en la Ciencia Abierta. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386813\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386813_spa)
- UNESCO (2024). Las licencias Creative Commons. <https://www.unesco.org/es/open-access/creative-commons>
- UNESCO (2012). World Open Education Resources (OER) Congress, Paris.
- UNESCO (2021). Recomendación de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376893\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376893_spa)
- UNESCO (2023). Kit de herramientas de Ciencia Abierta de UNESCO. <https://doi.org/10.54677/WYZU6099>
- Universidad Politécnica de Cartagena. (2022). Infraestructura de la Ciencia Abierta. <https://biblioguias.upct.es/infraestructuras-abiertas>
- US Department of State (2015). The Global Connect Initiative: Accelerating Entrepreneurship and Economic Opportunity by Expanding Internet Access Globally. <https://2009-2017.state.gov/e/eb/rls/rpts/othr/266985.htm>
- Utrecht University (2020). The Four Pillars of Open Science, and How Universities Can Im-

plement Them. <https://narratives.insidehighered.com/four-pillars-of-open-science/index.html>

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

World Bank Group (2015). Digital Divida Data. <https://www.s4ye.org/sites/default/files/S4YE%20Digital%20Jobs%20Case%20Study%20-%20206.%20Digital%20Divide%20Data.pdf>

---

**Cómo citar este libro, norma APA 7ª edición:**

Guerra, J.; Naranjo-Toro, M.; Basantes-Andrade, A.; Meneses, M. (2025).

*Ciencia Abierta en Ecuador: Caminos hacia la transparencia, inclusión y sostenibilidad.*

Universidad Técnica del Norte.



**Este libro está elaborado por investigadores pertenecientes a los siguientes Grupos de Investigación de la Universidad Técnica del Norte:**

Grupo de Investigación de Ciencias en Red (e-CIER)  
Grupo de Investigación en Aplicaciones de Ingeniería Eléctrica en Baja,  
Media y Alta Tensión (GAIE)



## COLECCIÓN PEDAGÓGICA

La educación del siglo XXI está en constante evolución, enfrenta desafíos de una sociedad globalizada y tecnológicamente avanzada. Los enfoques pedagógicos tradicionales dan paso a metodologías innovadoras que promueven la inclusión, la diversidad y la adaptación a los contextos digitales. Esta Colección Pedagógica se dedica a explorar, analizar y proponer estrategias educativas que respondan a las necesidades actuales de docentes y estudiantes. Ofrece estudios, ensayos y experiencias que abordan temas clave como la inclusión intercultural, la integración de tecnologías en el aprendizaje y la transformación de los entornos educativos. Los autores, investigadores y profesionales del área educativa, aportan reflexiones críticas y herramientas prácticas para fortalecer las competencias pedagógicas y el compromiso con una educación de calidad. De esta manera, esta colección se convierte en un recurso imprescindible para formadores, docentes e investigadores interesados en innovar la enseñanza y enfrentar los retos de la educación contemporánea.

### VOLÚMENES PUBLICADOS

1

Basantes-Andrade, A.; Orye, A., Naranjo-Toro, M.; Pabón, K., Pereira-González, L. & Benavides-Piedra, A. (2024). *Enseñanza culturalmente receptiva. Un enfoque pedagógico para promover la inclusión y la diversidad cultural*. Universidad Técnica del Norte.

2

Basantes-Andrade, A.; Orye, A.; Naranjo-Toro, M.; Pabón, K.; Pereira-González, L. & Benavides-Piedra, A. (Coord.) (2025). *Diversidad en el aula: experiencias y estrategias para una educación inclusiva intercultural*. Universidad Técnica del Norte.

3

Basantes-Andrade, A.; Pereira-González, L.; Guerra-Reyes, F.; Melo-López, V-A. & Hernández-Martínez, E. (2025). *Tecno-pedagogía: Innovación y Aprendizaje en la Era Digital*. Universidad Técnica del Norte. <https://doi.org/10.53358/libfecyt/KZEE6576>

4

Guerra, J., Naranjo-Toro, M., Basantes-Andrade, A., Meneses, M. (2025). *Ciencia Abierta en Ecuador: Caminos hacia la transparencia, inclusión y sostenibilidad*. Universidad Técnica del Norte. <https://doi.org/10.53358/libfica/KQUS7757>

### PRÓXIMAMENTE

5

Basantes-Andrade, A., & Orye, A. (2025). *Aulas sin fronteras: Educación, inclusión y diversidad a través del cómic*. Universidad Técnica del Norte.

6

Basantes-Andrade, A., & Orye, A. (2025). *Classrooms without borders: Education, inclusion and diversity through comics*. Universidad Técnica del Norte.

7

Melo-López, V-A., Basantes-Andrade, A., & Gudiño-Mejía C-B. (2025). *Gamificación en educación inclusiva*. Universidad Técnica del Norte.



**Este libro, *Ciencia Abierta en Ecuador:  
Caminos hacia la transparencia, inclusión y  
sostenibilidad***

**se terminó de editar**

**en la Universidad Técnica del Norte,  
en la ciudad de Ibarra, República del  
Ecuador, el 22 de Septiembre de 2025.**





IBARRA - ECUADOR

ISBN: 978-9942-572-14-1



9 789942 572141

DOI: 10.53358/ibfifa/KOUS7757