

MANUAL DE CIENCIA ABIERTA

PARA LA REGIÓN LATINOAMERICANA

Montserrat García Guerrero
coordinadora



ÍNDICE

Prólogo

MONTSERRAT GARCÍA GUERRERO

3

Primeros pasos hacia la Ciencia Abierta

ALEJANDRO URIBE-TIRADO

LÚCIA DA SILVEIRA

7

Repositorios, gestores de información e identificadores persistentes como
respaldo a la Ciencia Abierta latinoamericana

MONTSERRAT GARCÍA GUERRERO

32

Metadatos y estándares para repositorios digitales

SARA RODRÍGUEZ PALACIOS

SANDRA PATRICIA PALACIO ACOSTA

JESÚS FRANCISCO CARDONA HOYOS

48

IA+UX en revistas científicas

JOEL TORRES HERNÁNDEZ

GERMÁN DÍAZ HERNÁNDEZ

58

Calidad y validación de metadatos para revisas académicas
en acceso abierto

DAGOBERTO SALAS

RUBÉN SUAREZ ESCALONA

68

Divulgación participativa de la ciencia: la construcción de comunidades
de aprendizaje

MIGUEL GARCÍA GUERRERO

FIGURELLA SILVEIRA

90

Software libre busca Ciencia Abierta

DANIEL VIÑAR ULRIKSEN

109

PRÓLOGO

La Ciencia Abierta (CA) se ha convertido en un concepto, un movimiento y una tendencia que busca defender la transparencia, la equidad y el acceso libre al conocimiento, y surge como resultado de un nutrido e histórico debate sobre el acceso a la ciencia a nivel mundial. Esto debería implicar que la investigación científica no tendría que quedarse en manos de unos pocos, sino que debería compartirse para resolver problemas globales, reducir desigualdades y construir un presente y futuro más justos e inclusivos. En teoría adoptar estos principios significaría apostar por una ciencia colaborativa, accesible y al servicio de la sociedad. Pues la base es asumir que el conocimiento compartido tiene un poder transformador y que cada hallazgo científico puede cambiar vidas, más allá de los alcances de los investigadores y sus colegas cercanos.

A pesar de que los ideales iniciales de la CA se mostraron como revolucionarios, al pretender que el conocimiento fuera accesible de forma amplia; con el paso del tiempo las editoriales fueron moldeando, junto con instituciones y gobiernos, modelos de trabajo que nuevamente tienen que ver con las barreras de pago, como son los cargos por procesamiento de artículos (APCs por las siglas de *Article Processing Charges*) y los acuerdos transformadores, creando con esto otra brecha de acceso para los países con menos recursos para realizar este tipo de pagos. Esta realidad hace que se ponga en duda la verdadera apertura de la CA e invita a otros actores a promover y mostrar otro tipo de estrategias, haciendo necesario también pensar en los aspectos éticos, los de derechos humanos y los de necesidades y rutas de trabajo alternativos. Frente a estos retos, el uso de la tecnología ha surgido como una herramienta ideal para promover un conocimiento más accesible, inclusivo y colaborativo.

El presente *Manual de Ciencia Abierta para la región latinoamericana* es una invitación a explorar los principios y las prácticas de una ciencia en apertura, desde una visión del Sur, recuperando experiencias de expertos en el tema y desarrolladores de proyectos en este sentido en la región. El objetivo con que fue pensado y trabajado este documento es crear conciencia en la mayor cantidad posible de instituciones académicas, para después trascender e integrarse en la vida cotidiana de las personas interesadas en aprender, para compartir y generar conocimiento, y que esto impacte en la calidad de vida y el desarrollo de la región. Con tal fin, se han compilado documentos de información y experiencias latinoamericanas que pretenden servir de ejemplo para el desarrollo de estrategias de apertura en otros centros e instituciones, sobre todo, de la región, pero sin limitarse geográficamente.

La CA se presenta como un nuevo concepto, surgido de recomendaciones y trabajo de organismos internacionales, como la Unesco, aunque también existen nutridos esfuerzos de compartir y promover el conocimiento en abierto de forma amplia; y la región latinoamericana es un claro ejemplo del trabajo sin barreras económicas de forma histórica, así, al ser parte de una necesaria discusión sobre la evolución en la forma de hacer ciencia accesible, esta región puede tener un papel protagónico y de liderazgo.

Como se explica en este manual, la búsqueda es por un enfoque que promueva la transparencia, la accesibilidad y la colaboración en todas las etapas del proceso científico desde una visión del conocimiento como bien común; para democratizar el saber, haciendo que los datos, los resultados y las metodologías sean reutilizables y verificables por cualquier persona; así, en la realidad latinoamericana se han mezclado las taxonomías e ideales de la CA con una tendencia natural de compartir el conocimiento de forma amplia, teniendo como principal fuente de apoyo los presupuestos de las universidades y los centros de investigación.

Este manual está integrado por documentos que exploran diferentes pilares de la CA, con capítulos organizados de manera accesible y comprensible; cada texto desglosa elementos clave, tales como: la historia de la CA y sus taxonomías, el acceso abierto a publicaciones, la gestión de datos, la investigación reproducible y las infraestructuras tecnológicas indispensables para sostener este ecosistema. Estos elementos son especialmente importantes para la región latinoamericana, o cobran otra connotación, por ser un espacio geográfico en el que el acceso al conocimiento suele estar limitado por barreras económicas y tecnológicas. Por lo que adoptar estos principios y tener ejemplos de acción cercanos no solamente impacta en la ampliación de la visibilidad de la investigación local, sino que también promueve la equidad y la colaboración regional.

Los primeros capítulos plantean el panorama conceptual que pone al lector en el contexto histórico y filosófico de la CA, pues se presentan los antecedentes y el desarrollo de este movimiento, desde sus raíces en las propuestas de acceso abierto hasta su consolidación en marcos globales como la Recomendación de la Unesco. Después, se abordan aspectos técnicos como el uso de lenguajes controlados, identificadores persistentes, el uso de repositorios y las plataformas de colaboración científica; se incluyen estudios de caso que ilustran cómo estos conceptos se aplican en instituciones latinoamericanas, para mostrar que la CA es una realidad posible y necesaria.

En la segunda parte, se pueden encontrar documentos que tienen que ver con los ideales de la ciencia en apertura, rescatando propuestas de trabajo de comunicación pública de la ciencia, ciencia ciudadana y *software* libre, pudiendo encontrar casos de éxito como el plan Ceiba, el desarrollo de plataformas en distintas universidades y los principios para una comunicación de la ciencia más asertiva.

Este libro, más que un compendio teórico, siempre ha sido pensado como una guía práctica: los autores invitan a participar en la transformación del conocimiento: consultar repositorios de acceso abierto, compartir investigaciones en plataformas colaborativas, contribuir con comentarios en proyectos de ciencia ciudadana o incluso aprender a identificar y utilizar recursos educativos abiertos, como pasos concretos que cualquier persona puede dar para apoyar y beneficiarse de la CA.

Aquí se comparten estrategias para implementar prácticas de CA en proyectos personales o institucionales; se describen modelos exitosos, se recomiendan herramientas y plataformas, y se detallan políticas públicas que apoyan esta causa.

Si bien una ciencia realmente abierta en plenitud está aún en proceso y se vislumbran aún dificultades y enormes retos, este libro deja claro que es un esfuerzo colectivo que vale la pena; pues, para que el conocimiento científico esté al alcance de todos, es importante la colaboración entre gobiernos, iniciativa privada, universidades, investigadores y comunidades. Esta obra busca inspirar en el lector la voluntad de ser parte activa de este movimiento, cuestionar, aprender y colaborar, explorando plataformas de acceso abierto, compartiendo conocimientos en su comunidad o participando en proyectos de ciencia ciudadana.

MONTSERRAT GARCÍA GUERRERO

PRIMEROS PASOS HACIA LA CIENCIA ABIERTA

ALEJANDRO URIBE–TIRADO
LÚCIA DA SILVEIRA

Introducción

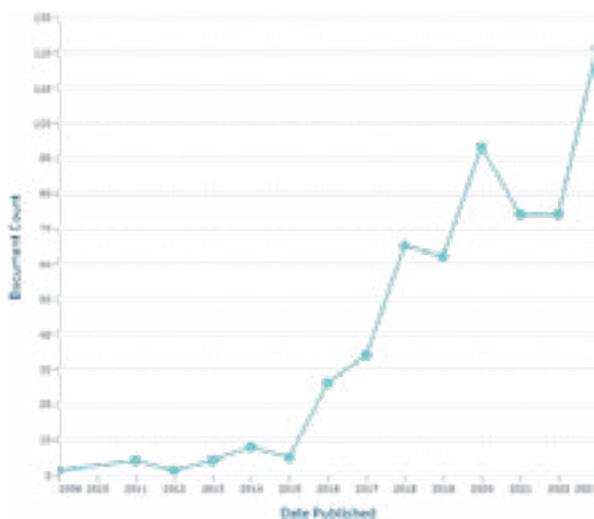
Hablar de Ciencia Abierta (CA) hoy (*Open Science*, en inglés), en el contexto de las universidades, centros de investigación y bibliotecas académicas se ha convertido en un tema cada vez más presente, lo cual no es de extrañar, si retomamos lo que indica Watson (2015): «La ciencia abierta no es otra forma de hacer ciencia, es simplemente ciencia, buena ciencia, la ciencia en el siglo XXI»; es ciencia accesible, verificable y orientada al bien común (Fecher, 2022); es decir, la CA es hacer ciencia de calidad, con pertinencia y responsabilidad, en la actualidad.

No obstante, es necesario reconocer que el concepto declarado como «ciencia abierta» y de uso frecuente ha tenido una presencia más evidente los últimos 15 años, aunque sus valores y principios, sus fundamentos epistemológicos y filosóficos, van más allá de esta última década y media. Esto podemos afirmarlo pues: a) tanto desde la revisión de literatura académica, utilizando el concepto «ciencia abierta» (en español —figura 1—,¹ o inglés —figura 2—;² b) como desde la revisión específica de definiciones sobre este concepto (Uribe–Tirado y Ochoa, 2018; Vicente–Saez y Martínez–Fuentes, 2018, ver cuadro 1); es hacia comienzos de la segunda década de este siglo que se hace evidente su presencia más frecuente y en crecimiento:

1. Enlace externo: <https://link.lens.org/NqgIytlk7Ad>

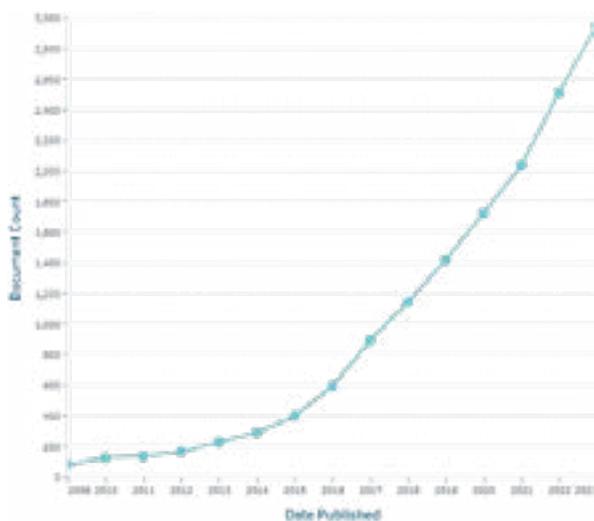
2. Enlace externo: <https://link.lens.org/RTmbNzAYLDd>

Figura 1. Producción científica sobre Ciencia Abierta



Fuente: Base de datos Lens (2024a)

Figura 2. Producción científica sobre *Open Science*



Fuente: Base de datos Lens (2024b)

Si bien ha existido una mayor presencia del concepto de 2010 en adelante, no quiere decir que, desde algunas décadas antes, no estuviera presente en su epistemología y filosofía, o valores y principios (ver Recomendación de Unesco, 2021), considerando que:

Entre los autores pioneros se evidencian los orígenes filosóficos de la ciencia abierta a partir de los trabajos de Dasgupta y David (1994) y David (2002, 2004a y 2004b), desarrollados bajo una visión económica y administrativa, la cual tuvo influencia de los aportes de Merton (1973) en su concepción de ethos de la ciencia. A estos siguen otros autores que consideran a David como el mayor referente sobre ciencia abierta a partir de sus trabajos entre mediados de los años noventa y la primera década del siglo XXI, al ser uno de los autores más citados en este tema, que luego ha influenciado a autores como Watson (2015) y Hey y Payne (2015), que representan algunas de las posiciones y discusiones más actuales sobre el tema, con sus trabajos sobre ¿cuándo «la ciencia abierta» se convertirá simplemente en «ciencia»? Y la ciencia abierta descodificada, respectivamente. (Uribe–Tirado y Ochoa, 2018, p. 4)

Adicionalmente, si retomamos algunas definiciones —tabla 1—, estas reflejan cómo el concepto evoluciona hacia un enfoque más colaborativo, transparente, tecnológico, accesible, preocupado por la reproducibilidad, con vistas a una mayor participación en la ciencia de personas no científicas.

Tabla 1. Definiciones de Ciencia Abierta

Autor	Conceptualización
Peters (2010)	«Ciencia Abierta es un término que se está utilizando en la literatura para designar una forma de ciencia basada en modelos de código abierto que utiliza principios de acceso abierto, archivo abierto y publicación abierta para promover la comunicación científica». (Universidad de Antioquia, 2024).
Nielsen (2011)	«Ciencia Abierta es un concepto amplio que incluye áreas estrechamente relacionadas de la ciencia de cuaderno abierto y los datos abiertos. Los defensores de la ciencia abierta creen que no debería haber información privilegiada, y que todos los protocolos y resultados —incluidos los de experimentos fallidos— deben ser visibles y abiertos a su reutilización en cuadernos de laboratorio y repositorios de datos abiertos». (Universidad de Antioquia, 2024).
Albagli <i>et al.</i> (2014)	«La Ciencia Abierta es un término general que involucra múltiples niveles y alcances de apertura, refiriéndose tanto a un sentido pragmático, en el sentido de permitir un mayor dinamismo en las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), como a un sentido democrático, en el sentido de permitir una mayor apertura y participación de la sociedad».
FOSTER (2015)	«La Ciencia Abierta es la práctica de la ciencia de tal manera que otros puedan colaborar y contribuir, donde los datos de la investigación, las notas de laboratorio y otros procesos de investigación están disponibles gratuitamente, en términos que permitan la reutilización, redistribución y reproducción de la investigación y sus datos subyacentes y métodos». (Universidad de Antioquia, 2024).

Autor	Conceptualización
Pitrelli y Delfanti (2015)	«La ciencia abierta es un concepto muy amplio, que engloba diversas prácticas y herramientas vinculadas al uso de tecnologías digitales colaborativas y herramientas de propiedad intelectual alternativa. Algunas definiciones inclusivas proponen que la ciencia abierta abarca prácticas tan diversas como el acceso abierto a la literatura científica o formas de colaboración abierta mediadas digitalmente; así como el uso de licencias <i>copyleft</i> para promover la reutilización de resultados y protocolos de investigación científica».
Lopes <i>et al.</i> (2018)	«En 2014, ciencia abierta fue el término elegido por las partes interesadas durante la consulta pública para describir los constantes cambios ocurridos durante el proceso de investigación, la colaboración de los investigadores, el intercambio de conocimientos y la organización de la ciencia. Utilizando la tecnología digital, representa un nuevo enfoque del proceso científico basado en el trabajo colaborativo y nuevas formas de difusión del conocimiento. En la práctica, la ciencia abierta hace que la ciencia sea más creíble (integridad científica), más confiable (transparencia en la comparación de datos), más eficiente (evita la duplicación de recursos) y más efectiva frente a los desafíos sociales, ayudando a encontrar respuestas a los principales problemas actuales (Boulton, 2013; Comisión Europea, 2016a; Antunes, 2016)».
Fortaleza y Bertín (2019)	«El concepto de ciencia abierta está madurando y consolidándose. Este nuevo paradigma de la ciencia prevé una ciencia colaborativa, en la que los datos de la investigación estén disponibles gratuitamente para su reutilización, redistribución, reproducibilidad, trazabilidad, accesibilidad y verificabilidad. Estas acciones encaminan la investigación hacia la transparencia, aumentando la productividad científica, fomentando la innovación y la participación social a través de la ciencia ciudadana, que es uno de los pilares de la ciencia abierta».

Autor	Conceptualización
Silva y Silveira (2019)	«La ciencia abierta es un movimiento que fomenta la transparencia en la investigación científica, desde la concepción de la investigación hasta el uso de <i>software</i> abierto. También promueve la clarificación en el desarrollo de metodologías y gestión de datos científicos, para que puedan ser distribuidos, reutilizados y accesibles a todos los niveles de la sociedad, de forma gratuita. También propone la colaboración de personas no científicas en la investigación, ampliando la participación social a través de un conjunto de elementos que proporcionen nuevos recursos para la formalización de la comunicación científica».
Silveira <i>et al.</i> (2021, p. 12)	«Entender que el ecosistema de ciencia abierta se puede clasificar según sus aspectos: a) filosófico: ética, integridad y transparencia; b) científico: innovación, uso, reutilización, reproducibilidad y replicabilidad; c) social: red de colaboración, ciencia ciudadana, intercambio y democratización de la información; d) tecnológico: estandarización, trazabilidad e interoperabilidad; e) político: relativo a desarrollo de legislación y políticas públicas para promover la ciencia abierta; f) económico: referido a inversiones económicas, infraestructuras de comunicación científica y negociaciones estratégicas de acceso a la información entre otros países».

Fuente: Adaptación de los autores con base en Silveira *et al.* (2021) y Universidad de Antioquia (2024)

La CA en la actualidad, como concepto y práctica, es cada vez más presente; se ha llegado a entender poco a poco que es la manera de hacer ciencia en el presente y el futuro (junto a la Inteligencia Artificial, como ya lo indican diferentes autores (Uzwyszyn, 2023; Méndez y Sánchez–Núñez, 2023). Pero es evidente que no hubiéramos llegado a este punto: de Merton (1973) a Dasgupta y David (1994), y en adelante; si no hubiera estado

presente la tecnología, ya que la CA es la ciencia donde Internet, con sus posibilidades colaborativas, de almacenamiento y trabajo en red, posibilitó que todo el ciclo de investigación pueda ser «abierto», compartirse la idea de investigación; la formulación del proyecto; el trabajo de campo, de laboratorio o documental (datos abiertos e investigación abierta); el análisis y los resultados; hasta llegar a la publicación (acceso abierto), con sus distintas métricas (evaluación abierta); e incluso, posibilitando su reúso, su reproducibilidad (principios FAIR) y su permanencia–disponibilidad en el tiempo (preservación digital abierta).

Ciencia Abierta e investigación científica responsable

La investigación científica responsable es una de las finalidades de la CA y la Recomendación de Unesco (2021) es un hito clave, pues además de que 132 países la acogieron, ha permitido tener un referente mundial para entender todo lo que implica este movimiento y práctica, a partir de sus valores³ y principios,⁴ que son fundamento de sus pilares fundamentales —componentes—, y así, comprender que:

la ciencia abierta se define como un constructo inclusivo que combina diversos movimientos y prácticas con el fin de que los conocimientos científicos multilingües estén abiertamente disponibles y sean accesibles para todos, así como reutilizables por todos, se incrementen las colaboraciones científicas y el intercambio de información en beneficio de la ciencia y la sociedad, y se abren los procesos de creación, evaluación y comunicación de los conocimientos científicos a los agentes sociales más allá de la comunidad científica

3. Calidad e integridad; beneficio colectivo; equidad y justicia; diversidad e inclusión.

4. Transparencia, control, crítica y reproducibilidad; igualdad de oportunidades; responsabilidad, respeto y rendición de cuentas; colaboración, participación e inclusión; flexibilidad; sostenibilidad.

tradicional. La ciencia abierta comprende todas las disciplinas científicas y todos los aspectos de las prácticas académicas, incluidas las ciencias básicas y aplicadas, las ciencias naturales y sociales y las humanidades, y se basa en los siguientes pilares clave: conocimiento científico abierto, infraestructuras de la ciencia abierta, comunicación científica, participación abierta de los agentes sociales y diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento. (Unesco, 2021, p. 7)

Estos cambios destacan las limitaciones de la ciencia tradicional, incluyendo el acceso restringido a publicaciones científicas, datos y autores, la falta de transparencia en los procesos de investigación y preservación de resultados, además de la desconexión entre las inversiones financieras y sus respectivos productos y actores. En este sentido, la CA no solo busca resolver estos desafíos, sino también mejorar la integridad científica y abordar problemas asociados con las tres R: replicabilidad, reproducibilidad y reúso de datos.

Asimismo, pone de relieve las complicaciones derivadas de la confusión entre los derechos morales y patrimoniales en el ámbito académico, que han llevado a una pérdida de inversiones en ciencia y conocimiento. Frente a estos problemas, es esencial reconocer estos desafíos y abordarlos a través de una ciencia más abierta, transparente, accesible, equitativa, colaborativa e inclusiva, para garantizar un mayor beneficio para la sociedad y el avance del conocimiento global.

La CA promueve un ecosistema de investigación democrático en función de ampliar la colaboración, la transparencia y la infraestructura de investigación para buscar soluciones a problemas comunes. Unesco (2021, p. 9) entiende que:

El conocimiento científico abierto se refiere al acceso abierto a las publicaciones científicas, los datos de investigación, los metadatos,

los recursos educativos abiertos, los programas informáticos y los códigos fuente y los equipos informáticos que están disponibles en el dominio público o protegidos por derechos de autor y son objeto de una licencia abierta que permite el acceso a ellos, así como su reutilización, reconversión, adaptación y distribución en condiciones específicas, y que han sido facilitados a todos los agentes de manera inmediata o lo más rápidamente posible—independientemente de su ubicación, nacionalidad, raza, edad, género, nivel de ingresos, circunstancias socioeconómicas, etapa profesional, disciplina, lengua, religión, discapacidad, etnia o situación migratoria o de cualquier otro motivo— y de forma gratuita. El conocimiento científico abierto se refiere también a la posibilidad de abrir las metodologías de investigación y los procesos de evaluación.

Esto implica que, además de enfocarse en hacer una investigación accesible, conectada y autenticada con sus responsables (institucionales, gubernamentales, agencias de fomento, y otras asociaciones), es crucial adoptar prácticas que eliminen las desigualdades sociales y de género aportando soluciones para ese fin.

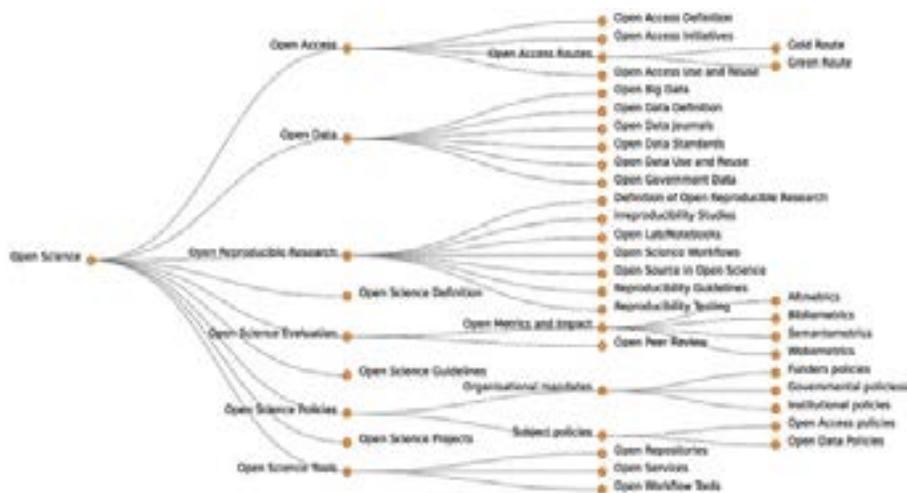
La CA, por lo tanto, representa mucho más que una moda o un movimiento pasajero; ella es un marco de transición para la nueva ciencia en el siglo XXI.

Pilares de la Ciencia Abierta: taxonomía

Para explicar los pilares de la CA es necesario una perspectiva más amplia que abarque todos los elementos involucrados. Por eso, algunos autores usan un mapa de este ecosistema de la CA para ilustrar su complejidad. Para facilitar la comprensión de la CA se han propuesto tres taxonomías elaboradas en diferentes periodos y contextos.

La primera taxonomía (figura 3) fue establecida como parte del proyecto Facilitate Open Science Training For European Research (FOSTER), para organizar la plataforma FOSTER, con el objetivo de desarrollar nuevas habilidades en investigadores, bibliotecarios o aquellos interesados en unirse al ecosistema de la CA.

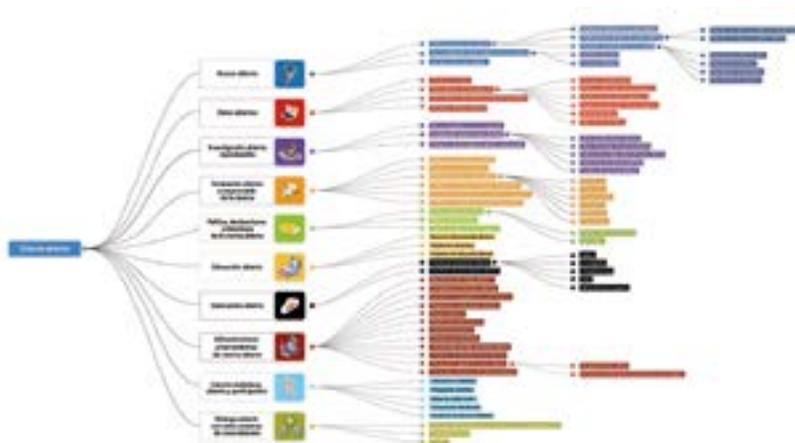
Figura 3. Taxonomía de Ciencia Abierta europea



Fuente: Pontika y Knoth (2015)

La segunda taxonomía (figura 4), una versión brasileña (Silveira *et al.*, 2021), fue desarrollada para actualizar la taxonomía anterior, incorporando las perspectivas de la literatura y los expertos brasileños en cada uno de los temas relacionados con el ecosistema de la CA.

Figura 5. Taxonomía de Ciencia Abierta universal



Fuente: Silveira *et al.* (2023)⁶

Esta taxonomía abarca todo el proceso científico desde diversas perspectivas, incluyendo la de investigador, instituciones y profesionales como docentes y bibliotecarios, todos ellos representados entre los consultados. El objetivo de esta taxonomía de CA universal es simplificar la representación del conocimiento existente, para que las personas que necesitan trabajar con la temática comprendan los distintos sistemas —componentes— que interactúan a lo largo del ciclo de investigación científica.

A continuación, se presenta el contexto específico de cada uno de estos: (Szkuta y Osimo, 2012; Masuzzo y Martens, 2017; Foster, 2018; All European Academies, 2017; Silveira *et al.*, 2021; Unesco, 2021):

1. Acceso abierto (*Open Access*). Implica la eliminación de barreras económicas para acceder o publicar artículos científicos, datos y otros recursos, incluyendo fuentes primarias, secundarias, algoritmos y *software*, garanti-

6. Ver en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7858978>

- zando la disponibilidad, la interoperabilidad entre sistemas de estos materiales e identificando los créditos de los autores con licencias transparentes, posibilitando los múltiples uso, reúso, replicación y reproducción de la investigación, además de una colaboración entre naciones.
2. Datos abiertos de investigación (*Open Research Data*). Se refiere a la disponibilidad de datos científicos, ya sean en bruto o procesados, en formatos digitales o analógicos, considerados como fuentes primarias. Estos datos pueden incluir códigos de análisis, textos, imágenes, sonidos, entre otros, acompañados de metadatos que permitan su identificación y comprensión adecuada.
 3. Investigación reproducible abierta. Se trata de la documentación detallada de todos los recursos, herramientas y métodos y procesos utilizados en la investigación para permitir que otros reproduzcan los resultados o repliquen el método. Además, debe fomentarse la publicación de investigaciones con resultados negativos, garantizando la transparencia y la integridad en la investigación, así como la evolución de la ciencia.
 4. Evaluación abierta y responsable de la ciencia. Se refiere a dos tipos de evaluación, una de la productividad científica con implicaciones políticas y la distribución de recursos, y la otra trata de dar transparencia a la evaluación de los artículos científicos. Existen más de 100 formas de abrir la evaluación en una revista (Ross–Hellauer, 2017), siendo la más común publicar el dictamen con o sin el nombre del árbitro.
 5. Políticas, declaraciones y directrices de la CA. Tienen la función de regular, institucionalizar y estimular la práctica de la CA en diferentes contextos, como países, estados, instituciones o revistas. Según Silveira *et al.* (2021), estas políticas establecen estrategias y acciones para promover la CA, y pueden formalizarse a través de leyes, reglamentos o directrices, como indica Foster (2018).

6. Educación abierta. Se define como un enfoque educativo que promueve el acceso libre y equitativo a recursos educativos, así como la colaboración y el intercambio de conocimientos entre educadores, estudiantes y la comunidad en general. Este concepto se basa en la idea de que la educación debe ser accesible para todos, independientemente de su ubicación geográfica, situación económica o contexto social.
7. Infraestructuras y herramientas de la CA. Hacen referencia al conjunto de recursos tecnológicos y humanos que permiten la aplicación efectiva de las prácticas de la CA, abarcando tanto elementos virtuales como físicos en todo ciclo de investigación científica.
8. Innovación abierta. Es la posibilidad que tienen las organizaciones de obtener mayores beneficios si usan adecuadamente y en el momento oportuno el conocimiento interno y externo para crear valor; es decir, si combinan de forma creativa estas fuentes de conocimiento para generar nuevos productos o servicios (Chesbrough, 2003). Esto concuerda con la idea de que la CA busca aumentar la colaboración y el intercambio de información más allá de la comunidad científica tradicional; o sea, una interacción de diferentes actores (empresas, gobiernos/países, científicos de los mismos campos o no) (Sena *et al.*, 2023) con recursos compartidos.
9. Ciencia ciudadana abierta y participativa. Es la colaboración de personas no científicas de manera activa en la ciencia, con el objetivo de involucrar a las personas en la ciencia y hacer que los resultados científicos sean más inclusivos y aplicables a las necesidades de la comunidad.
10. Diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento. Promueve la inclusión de conocimientos de grupos tradicionalmente marginados y mejora las interrelaciones entre diversas formas de conocimiento, como las científicas, las personas indígenas y las comunidades locales. Son discutidos en esa dimensión: valores de equidad, principios CARE

(en inglés) (beneficio Colectivo, Autoridad para controlar, Responsabilidad y Ética).

Cada una de las dimensiones presentadas pone de relieve aspectos fundamentales de la CA. Comprenderlas en conjunto es esencial para aplicar eficazmente sus principios y prácticas, sobre todo porque muchos de los componentes son transversales y están interrelacionados. A continuación, mostraremos los usos de la taxonomía.

Usos de la taxonomía

La taxonomía de la CA, ampliada, actualizada y más universal, como se explicó en el apartado anterior, nos permite entender todo lo que la CA implica; es decir, entender que cada uno de sus componentes «es un mundo en sí mismo», que tienen su propio desarrollo y dinámica, su historia e hitos —línea de tiempo—,⁷ y una gran terminología.⁸

La CA, como se ha representado, es «una gran «sombrija», «un constructo inclusivo que combina diversos movimientos y prácticas...» con un mismo fin: «que los conocimientos científicos multilingües estén abiertamente disponibles y sean accesibles para todos...». Esta magnitud-complejidad hace que la CA implique un gran ecosistema (figura 6) en la cual diferentes estrategias y procesos, agentes y contextos estén implicados e interrelacionados, para que pueda funcionar bien, y ello es, uno de sus principales retos:

7. Ver Línea de tiempo en: <https://www.preceden.com/timelines/288283>

8. Ver Tesaurus en: <https://skosmos.loterre.fr/TSO/es/>

Figura 6. Ecosistema de la Ciencia Abierta



Fuente: Universidad de Antioquia (2024)

Esto implica especialmente, que cada uno de sus agentes, con las debidas adaptaciones a cada contexto, deba asumir unos roles y responsabilidades, para lo cual debe desarrollar unas acciones específicas (considerando los distintos componentes y subcomponentes de la taxonomía), y así, alcanzar unos impactos y beneficios, no solo para sí mismos, sino como aporte a todo el Ecosistema, y así, lograr el avance de la ciencia, de la CA, como bien resumen Ramírez y Samoilovich (2018) —tabla 2—:

Tabla 2. Agentes del ecosistema de la Ciencia Abierta

	Roles y responsabilidades	Acciones específicas	Impactos y beneficios
Gobier- nos, entes financia- dores	<p>Promulgar y promover los principios abiertos con políticas públicas y planes armonizados de las iniciativas.</p> <p>Financiar y rentabilizar los modelos de desarrollo de las plataformas y servicios.</p>	<p>Diseñar políticas públicas y asegurar su cumplimiento; consolidación de estas con estrategias de sostenibilidad.</p> <p>Creación y desarrollo de la infraestructura tecnológica necesaria. Estudiar y proponer modelos de negocio sostenibles para las iniciativas abiertas.</p>	<p>Optimización de la inversión de recursos.</p> <p>Disponibilidad y acceso a insumos y evidencia de calidad para la toma de decisiones.</p>

	Roles y responsabilidades	Acciones específicas	Impactos y beneficios
Universidades, centros e instituciones de investigación e innovación	<p>Adoptar principios y definir modelos específicos de desarrollo.</p> <p>Diseñar y aplicar políticas institucionales en Ciencia Abierta. Actualizar las condiciones de evaluación, reconocimiento e incentivos.</p> <p>Informar y capacitar a todos los miembros de la comunidad.</p> <p>Disponer, adoptar y desarrollar servicios de información y plataformas tecnológicas de comunicación. Financiación y sostenibilidad de las plataformas institucionales.</p>	<p>Diseñar estrategias y planes institucionales basados en las políticas marco. Integrar incentivos y reconocimientos para la adopción de prácticas abiertas. Retomar el control de sus publicaciones científicas y actualizar sus modelos de negocio. Promover la capacitación de los investigadores, la formación de los profesionales de apoyo y las nuevas profesiones relacionadas.</p>	<p>Aumento de la capacidad de trabajo en red regional e internacional. Desarrollo cooperativo de recursos de información y plataformas tecnológicas.</p> <p>Mejoramiento de la inversión cooperativa en los servicios técnicos y de información.</p> <p>Identificación y visibilidad de recursos de información propios.</p> <p>Disposición, conservación y protección del patrimonio científico documental.</p>

	Roles y responsabilidades	Acciones específicas	Impactos y beneficios
Investigadores, grupos y redes de investigación e innovación	<p>Proponer y participar en el diseño y ejecución de las políticas nacionales y mandatos de entes financiadores.</p> <p>Apropiar los principios de integridad de la investigación y gestión de datos FAIR. Probar, aplicar y validar las plataformas y protocolos de comunicación de la información.</p>	<p>Diseñar y apropiar planes de gestión de datos investigación. Registrar, estudiar y analizar el impacto de las acciones en sus procesos de investigación y carrera profesional. Participar en la conformación y validación de las normas y protocolos. de comunicación de las plataformas tecnológicas.</p>	<p>Aumento de visibilidad de los resultados de investigación.</p> <p>Acceso, uso y reúso de información y datos de y para la investigación.</p> <p>Mayor participación en redes internacionales con nuevas posibilidades de cooperación y financiación.</p>
Servicios técnicos y de información (bibliotecas, repositorios y centros de datos)	<p>Diseñar, adoptar y desarrollar servicios técnicos y de información, adaptados a todo el proceso de investigación e innovación. Conformar y actualizar las plataformas tecnológicas y protocolos de comunicación. Capacitar a sus profesionales y promover la formación de formadores.</p>	<p>Desarrollar, aplicar y validar los protocolos de comunicación de la información científica.</p> <p>Consolidar las plataformas y métodos de almacenamiento, organización y conservación.</p> <p>Participar y fortalecer las redes de trabajo internacionales (repositorios, normas, formación, métricas, metadatos, etcétera).</p>	<p>Optimizar la inversión de adquisiciones, aumentar el alcance y la cobertura de la información y los datos para la investigación.</p> <p>Desarrollar servicios integrales de uso, acceso, organización y análisis de información. Mejorar la identificación, recuperación y conservación del patrimonio científico documental.</p>

	Roles y responsabilidades	Acciones específicas	Impactos y beneficios
Editores y distribuidores de información científica	Analizar, desarrollar, adoptar y proponer modelos de negocio sostenibles y compatibles con la meta y principios de acceso abierto. Adoptar prácticas transparentes y confiables de medición y evaluación.	Diseñar, apropiar y probar modelos de negocio sostenibles para las publicaciones y datos basados en los efectos de las políticas de acceso abierto (ruta dorada y verde).	Mejorar el impacto de la comunicación científica basada en métricas multifactoriales confiables. Aumentar el uso y la visibilidad de las publicaciones académicas en acceso abierto.
Centros de innovación y emprendimiento	Participar, diseñar y adoptar planes de aprovechamiento de las iniciativas abiertas para la innovación y el desarrollo económico.	Planes de innovación que aprovechen y rentabilicen los beneficios de las iniciativas abiertas. Integración y desarrollo de sectores económicos basados en resultados de investigación.	Identificación y acceso a los resultados de investigación adecuadamente dispuestos para la innovación.

Fuente: Ramírez y Samoilovich (2018)

Pero dichos agentes no pueden entender todo lo que esto implica sin una adecuada formación, sin una cabal comprensión de la CA y cada uno de sus componentes; por ello, la taxonomía se convierte en un «objeto de aprendizaje» (presencial o virtual, según su uso y estrategia didáctica) o en un referente de «orientación a políticas institucionales o públicas», para lograr esa comprensión, y es desde allí que distintas organizaciones y autores lo han venido utilizando.⁹

9. Ejemplos de uso formativo–objeto de aprendizaje de la taxonomía: <https://globaldia->

La nueva taxonomía, por tanto, se ha convertido en una forma de entender «la sombrilla», el «constructo inclusivo», que implica la CA, y por ello, no es de extrañar las múltiples traducciones¹⁰ y hasta la referencia de autores de otros contextos —no latinoamericanos—,¹¹ que han identificado que para poder entender la CA se hace necesario comprender de manera fácil-gráfica (con esta taxonomía) todas las implicaciones-interrelaciones entre las partes (componentes) y el todo (la CA).

Conclusiones–recomendaciones

Muchos países ya han implementado algunos pilares–componentes de la CA, especialmente el acceso abierto a través de revistas científicas en modelo diamante y repositorios institucionales. No obstante, es necesario evolucionar y trabajar de manera integrada con los otros componentes por varias razones: 1) muchos componentes son transversales y se refuerzan mutuamente; 2) para tener un efecto en todo el ciclo de investigación científica, son necesarias acciones en la infraestructura, tanto tecnológica como humana, así como la formación de todos los actores del ecosistema de la CA.

En cuanto a recomendaciones globales, la Unesco (2021) proporciona directrices fundamentales que orientan a los países hacia una dirección común en la implementación de la CA. Sin embargo, es crucial que cada nación desarrolle sus propias políticas, normativas y marcos regulatorios

mantoa.org/posters/index.html?id=46 y

https://www.youtube.com/watch?v=r_14ZCKG9Q

Ejemplos de uso de política institucional o pública de la taxonomía:

Panamá: <https://www.senacyt.gob.pa/publicaciones/wp-content/uploads/2024/05/EstadodelArte-PoliticadeCienciaAbierta.pdf>

Chile: <https://acceso-abierto.anid.cl/wp-content/uploads/sites/4/2023/11/PRESENTACION-PAA-ENCUENTRO-MZN.pdf>

10. Traducciones de la taxonomía: <https://zenodo.org/records/7836884>

11. *Micro and Macro Open Science Perspective Taxonomy* (Rogers, 2024): <https://zenodo.org/records/10835001>

nacional, regional e institucional, con el fin de apoyar de manera integrada todas las dimensiones de la CA. Esto permite que las estrategias se adapten a las realidades locales, fomentando una adopción efectiva y sostenible en cada contexto.

A su vez, es necesario tomar conciencia (quitarnos nuestro propio colonialismo cognitivo–científico); es decir, creer en nuestras propias capacidades; pensar que, en nuestras realidades y contextos, aunque muchas veces con limitaciones, sí podemos avanzar en la CA, en sus distintos componentes, pues las limitaciones pueden ser una barrera, pero también una posibilidad a la creatividad, al trabajo colaborativo–cooperativo, a la interoperabilidad y a la visibilidad colectiva.

Si América Latina logró en dos décadas ser la región del mundo referente en acceso abierto, con desarrollos como Latindex, SciELO, RedAlyc, LaReferencia, que son lo que ahora se quiere lograr en otras regiones —incluso con más desarrollo—; por qué no podemos serlo en otros pilares–componentes como los datos abiertos, la evaluación abierta y responsable, la ciencia ciudadana, el diálogo de saberes y/o la interacción con otros agentes más allá de los científicos. Se trata de creer que podemos tomar las decisiones adecuadas, de política institucional y/o de política pública que potencien la CA; pero debemos hacerlo lo antes posible, y así, en el próximo Informe de la Recomendación nuestros avances serán mucho mayores. Que la CA sea una realidad, que no nos deje atrás, está en nuestras manos...

Referencias

- ALBAGLI, S., Appel, A. L. y Maciel, M. L. (2014) E-science, Ciência Aberta e o regime de informação em ciência e tecnologia. *Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação*, 7(1), 1–20. <https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/854/1/124-540-1-PB.pdf>
- All European Academies. (2017). *The European Code of Conduct for Research Integrity*. Berlin. <https://allea.org/code-of-conduct/>.
- CHESBROUGH, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School.
- DASGUPTA P. y David, P. A. (1994). Toward a new economics of science. *Research Policy*, 23, Issue 5. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)01002-1](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)01002-1)
- EUROPEAN Comission. (2021). *Facilitate Open Science Training For European Research (FOSTER)*. <https://cordis.europa.eu/project/id/612425>
- FECHER, B. (2022). As cinco escolas ou correntes de pensamento da Ciência Aberta: entrevista com Benedikt Fecher. *Ciência da Informação Express*, 3(1), 6. <https://bit.ly/3wloqo3>
- FORTALEZA, J. M. y Bertin, P. R. B. (2019). *A parceria para Governo Aberto e o compromisso pela Ciência Aberta*. In: Shintaku, M.; Sales L. F. (Org.). *Ciência aberta para editores científicos*. Botucatu, SP: ABEC, 2019. pp. 21–28. <http://dx.doi.org/10.21452/978-85-93910-02-9.cap3>
- FOSTER (2018). *The Open Science Training Handbook*. <https://zenodo.org/records/2587951>
- LENS. (2024a). *Ciencia abierta*. <https://link.lens.org/NqgIytlk7Ad>
- LENS. (2024b). *Open Science*. <https://link.lens.org/RTmbNzAYLDd>
- LOPES, A. C., Antunes, M. L. y Sanches, T. (2018). Contributos da literacia da informação para a Ciência Aberta. *IBERSID: Revista de Sistemas de Informação y Documentación*, 12(1), 59–67. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/35256>
- MASUZZO, P. y Martens, L. (2017). Do you speak open science? Resources and tips to learn the language. *PeerJ Preprints*, 3. <https://peerj.com/preprints/2689/>
- MÉNDEZ, E. y Sánchez–Núñez, P. (2023). Navigating the Future and Overcoming Challenges to Unlock Open Science. In: González–Esteban, E., Feenstra, R.A., Camarinha–Matos, L.M. (eds). *Ethics and Responsible Research and Innovation in Practice*, 13875. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33177-0_13
- MERTON, R. (1973). *The sociology of science: theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press. <https://archive.org/details/sociologyofscien000mert/page/n5/mode/2up>
- NIELSEN, M. (2011). Doing science in the open. *Physics World*, 22(05). <http://doi.org/10.1088/2058-7058/22/05/38>

- PETERS, M. A. (2010). Openness, Web 2.0 Technology, and Open Science. *Policy Futures in Education*, 8(5), 567–574. <https://doi.org/10.2304/pfe.2010.8.5.567>
- PITRELLI, N. y Delfanti A. (2015). *Ciência aberta: revolução ou continuidade?* In: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. (Ed.). *Ciência Aberta, questões abertas*. Brasília: IBICT ; Rio de Janeiro: UNIRIO, 2015. pp. 59–70. [https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/1060/1/Ciencia%20aberta_questoes%20abertas_PORTUGUES_DIGITAL%20\(5\).pdf](https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/1060/1/Ciencia%20aberta_questoes%20abertas_PORTUGUES_DIGITAL%20(5).pdf)
- PONTIKA, N., y Knoth, P. (2015). *Open Science Taxonomy*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Open-Science-Taxonomy-Pontika-Knoth/65f3b49f9d2f664202fd94e74d0d2655d6a4978f>
- RAMÍREZ, P. A. y Samoilovich, D. (2018). *Ciencia abierta. Reporte para tomadores de decisiones*. Asociación Columbus–UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368788>
- ROGERS, P. (2024). Micro and Macro Open Science Perspective Taxonomy. *Zenodo*, 1. <https://zenodo.org/records/10835001>
- ROSS–HELLAUER, T. (2017). What is open peer review? A systematic review. *F1000Research*, 6(588). <https://f1000research.com/articles/6–588>
- SENA, O., Fernández, de Arroyabe, J. C., Sena, V. y Gupta, S. (2023). Stakeholder diversity and collaborative innovation: Integrating the resource-based view with stakeholder theory, *Journal of Business Research*, 164, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113955>
- SILVA, F. C. C. da y Silveira, L. da. (2019). O ecossistema da Ciência Aberta. *Transinformação, Campinas*, 31, e190001. DOI: 10.1590/2318-0889201931e190001. <http://ref.scielo.org/kmkdcc>
- SILVEIRA, L., Calixto Ribeiro, N., Melero, R., Mora–Campos, A., Piraquive–Piraquive, D. F., Uribe–Tirado, A., Machado Borges, P., Polanco–Cortés, J., Santillán–Aldana, J., Corrêa da Silva, F., Ferreira Araújo, R. y Enciso–Betancourt, A. M. (2023). Taxonomia da Ciência Aberta: revisada e ampliada. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 28, 1–23. <https://doi.org/10.5007/1518–2924.2023.e91712>
- SILVEIRA, L., Ribeiro, N., Oliveira Santos, S. R., Almeida Silva, F. M., Corrêa da Silva, F., Caregnato, S. E., Silva de Oliveira, A. C., Andrade Oliveira, D., Ribeiro Garcia, J. C. y Ferreira Araújo, R. (2021). Ciência aberta na perspectiva de especialistas brasileiros: proposta de taxonomia. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 26, 1–27. <https://doi.org/10.5007/1518–2924.2021.e79646>
- SZKUTA, K. y Osimo, D. (2012). Openess in the research cycle. *Science 2.0 study*, 29. <https://science20study.wordpress.com/2012/05/29/openness-in-the-research-cycle/>
- UNITED Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco) (2021). *Recomendación de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta*.

- París. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_spa
- UNITED Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco) (2023). *Open science outlook 1: status and trends around the world*. París. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387324>
- UNIVERSIDAD de Antioquia. (2024). *Curso de Ciencia Abierta*. <https://ude-arroba.udea.edu.co/externos/course/view.php?id=483>
- URIBE–Tirado, A. y Ochoa, J. (2018). Perspectivas de la ciencia abierta. Un estado de la cuestión para una política nacional en Colombia. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, (40). <https://dx.doi.org/10.1344/BiD2018.40.5>
- UZWYSHYN, R. J. (2023). From Open Science and Datasets to AI and Discovery. *Trends & issues in library technology*, 26–38. <https://rayuzwyszyn.net/MSU2023/TILT2023/OpenScienceAIUzwyshyn2023.pdf>
- VICENTE–Saez, R. y Martínez–Fuentes, C. (2018). Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of business research*, 88, 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>
- WATSON, M. (2015). When will ‘open science’ become simply ‘science’? *Genome Biology*, 16. <https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13059-015-0669-2>.

REPOSITARIOS, GESTORES DE INFORMACIÓN E IDENTIFICADORES PERSISTENTES COMO RESPALDO A LA CIENCIA ABIERTA LATINOAMERICANA

MONTSERRAT GARCÍA GUERRERO

Introducción

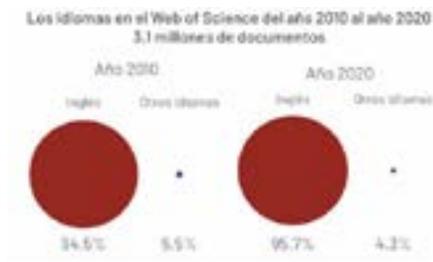
A nivel internacional ya se han definido diferentes elementos que componen el trabajo de Ciencia Abierta (CA), con variadas taxonomías que agregan y excluyen elementos de acuerdo con el avance del debate, la historia y las necesidades consideradas desde el contexto en que se construyen estas categorías, como se ha visto en el capítulo anterior. Después de muchas definiciones, versiones y la Recomendación de Ciencia Abierta de Unesco (2021), el debate se ha enfocado en las mejores formas de adecuarse o trabajar bajo los ideales de la CA, desde marcos comunes, que vienen del debate de los países considerados de primer mundo; y aunque se intenta tomar en cuenta la realidad e historia de la comunicación de la ciencia latinoamericana, estas visiones de apertura paralelas a las propuestas de las grandes editoriales no han podido ser incorporadas en las rutas de trabajo actual.

Frente a una realidad internacional que presiona para que se sigan los estándares de publicación científica que se basan en acuerdos transformativos/transformadores y el Pago de Procesamiento de Artículos (APC), es necesario recuperar las buenas prácticas de la labor científica, que permiten trabajar bajo el paradigma de CA, sin la necesidad de hacer grandes pagos a empresas editoriales, pues no se trata de una realidad accesible en la mayor parte de la región latinoamericana, donde la producción científica se hace

mayormente en instituciones universitarias, que no cuentan con grandes fondos para el pago de este tipo de servicios de empresas editoriales, que se consideran líderes a nivel mundial, lo que da algo de ventaja a la iniciativa privada que se dedica a la educación e investigación.

En la región latinoamericana nos enfrentamos a una realidad de exclusión, de rivalidad, de inequidad, de subrepresentación, de monopolio editorial, de distorsión del concepto de calidad, de sumisión, de rentabilidad por cobro a los autores que, en resumen, lleva a enfrentar una decepcionante situación: resulta casi imposible competir con las realidades de otros países, puesto que la mayor parte de la producción reconocida por los rankings de producción científica aceptados (Scimago Journal Ranking, SJR y Journal Citation Ranking, JCR) recuperan más del 90 % de los documentos en inglés, con una tendencia que incluso va a la alza (Aguado, 2024). (ver figura 1)

Figura 1. Idioma en que están publicados los trabajos incluidos en JCR



Fuente: Aguado (2024)

Eduardo Aguado, director general de REDALYC, ha aseverado en múltiples eventos y conferencias que existe una extracción de recursos de Sur a Norte, derivado de estas prácticas de publicación del trabajo científico, que ha llevado a una dependencia estructural y a una devaluación del ecosistema editorial regional que, a su vez, ha debilitado el propio sistema

de investigación latinoamericano y de otras regiones; por lo que resulta urgente recuperar prácticas que lleven al trabajo equitativo, inclusivo y multilingüe, que frene esa dependencia estructural de otros modelos que afectan los ecosistemas regionales.

Es necesario invertir recursos económicos y humanos en fortalecer infraestructuras abiertas que ofrezcan independencia de los modelos económicos de las grandes editoriales. Por esto, este trabajo se propone recuperar tres rutas o modelos históricos que han funcionado por décadas en la región para promover el trabajo científico desde las universidades y centros de investigación latinoamericanos. Esta realidad de las universidades y centros de investigación como centro del proceso de producción científica en Latinoamérica hace que se reconozcan otras prácticas para el acceso y la promoción de este tipo de recursos, que han funcionado para compartir el conocimiento desde hace décadas, por lo menos.

Las universidades de la región han trabajado de forma histórica con modelos de apertura basados en compartir el conocimiento, usando como soporte económico los presupuestos de las propias instituciones, donde las editoriales universitarias y las bibliotecas han tenido un papel protagónico, al ofrecer opciones de edición de libros, revistas y de visibilidad de la producción en general. En esta ocasión se recuperan tres modelos de trabajo que son: el uso de repositorios, el uso de gestores de información y el uso de identificadores persistentes.

Repositorios académicos, institucionales y temáticos

En la búsqueda por promover el acceso al conocimiento una de las herramientas que se han usado son los repositorios digitales académicos, como base común para poner a disposición la producción científica, pues las estrategias previas de compartir en sitios web tradiciones, en eventos especializados y con acuerdos regionales de intercambio de colecciones siempre

tuvieron un alcance limitado. Al aprobarse en los diferentes países normativas referentes al acceso a la información, los repositorios surgieron y se impusieron como una opción adecuada y valiosa para mostrar de forma amplia los resultados de las investigaciones de cada país (Adame *et al.*, 2013; Galina, 2011); de esta forma algunas instituciones y, en un segundo momento, países de la región propusieron la creación de repositorios que pudieran compilar o promover el trabajo académico de cada institución y/o región, como es el caso de México, con el Repositorio Nacional.

Al reconocer la necesidad de los investigadores de visibilizar su producción científica en el mundo digital, con acceso amplio para consultar, copiar y cortar, para que los trabajos puedan ser consultados de forma sencilla, siguiendo los principios FAIR (*findable, accesible, interoperable, reproducible*); es decir, localizable, accesible, interoperable y reproducible; siempre con la idea de que exista un acceso más amplio, pues los canales de distribución de la literatura científica que se utilizaron históricamente en la región no llegaban a muchos sectores de la sociedad; por tanto, el uso de Internet para poner a disposición los resultados del trabajo de investigación resulta una vía adecuada y eficiente. Bajo esta premisa surgen las propuestas de uso de repositorios:

Lynch (2003) define un repositorio como un sistema informático que integra un conjunto de servicios que permiten incorporar, reunir, preservar, consultar y dar soporte a la gestión y difusión de los recursos digitales creados por la propia universidad a los miembros de la comunidad, a través de una interfaz o portal web, mediante una adecuada clasificación de sus recursos a través de metadatos. (Adame *et al.*, 2013, p. 150)

Los repositorios son portales web empleados de forma amplia como las plataformas donde se presenta, de forma abierta y a texto completo, la pro-

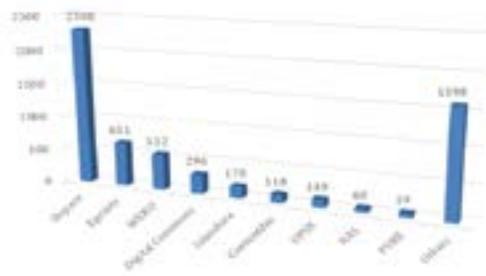
ducción de un centro de trabajo, institución, país o región, manejando estándares comunes, como lenguajes controlados e información específica, en la búsqueda por promover el acceso a la información, la rendición de cuentas y el diálogo académico. El uso de estos sistemas es entonces uno de los primeros pasos que se recomiendan o se trabajan al momento de pensar en el acceso abierto y la CA. En la actualidad, la mayoría de las principales instituciones de la región cuentan con este tipo de recursos que han ido enriqueciendo y evolucionando, muchos de ellos al convertirse en Sistemas de Actuales de Información de la Investigación o CRIS por sus siglas en inglés (*Current Research Information Systems*); y el ideal es que la mayoría de los centros de investigación cuenten con este tipo de estrategias de visibilidad.

Los repositorios pueden clasificarse de acuerdo con el uso que se les da: temáticos, institucionales, de literatura, de datos, entre otras categorías que definen la meta y uso que se pretende dar al repositorio; aunque es muy común encontrar repositorios que incluyen colecciones variadas y que pueden incluir información que no es de una sola institución, sino que pueden ser agregadores regionales, por grupos de trabajo o por afinidad temática; bajo este sistema de trabajo se han ido agregando posibilidades como los datos, los REA, el patrimonio histórico, entre otros elementos que se han considerado valiosos para resguardar y compartir.

Debido al uso creciente de este recurso es posible encontrar muchos modelos o desarrollos para el trabajo con repositorios. Lo primero que se debe tener en cuenta es el *software* que dará soporte a la creación del repositorio, pues se puede trabajar con un desarrollo propio o con opciones que existen y se han enriquecido desde hace décadas. Unesco publicó en el año 2014 (Bankier y Gleason, 2014) una comparación de *softwares* para el desarrollo de Repositorios Institucionales (RI), donde se incluyeron opciones como Digital Commons, Dspace, Eprintis, Fedora e Islandora; estas fueron elegidas después de un análisis de las opciones más usadas en

ese momento, con datos del Directorio de Repositorios de Acceso Abierto (DOAR) y el Registro de Repositorios de Acceso Abierto (ROAR). Este estudio se hizo con la intención de ofrecer una guía para la necesidad de compilar, mostrar y preservar las colecciones digitales de producción científica. El documento se publicó en un momento en que el debate estaba en uno de sus puntos más álgidos, y desde donde surgieron las recomendaciones de trabajo con este tipo de estrategias.

Figura 2. *Softwares* más usados para los repositorios institucionales al año 2022



Fuente: Saikia *et al.* (2023)

En América Latina el *software* más utilizado es Dspace, del grupo de trabajo Lyris, lo que coincide con la tendencia internacional (figura 2); se trata de un desarrollo de código abierto útil para el manejo de colecciones digitales, que al ser una propuesta de *software* libre se ha desarrollado por una amplia comunidad por muchos años y del que se encuentran manuales y orientaciones para uso en la web; en esta herramienta es posible alojar trabajos académicos, tesis, fotografías, videos, e incluso, en algunos casos, se usa para colecciones de datos y Recursos Educativos Abiertos (REA). Al usar cualquiera de los *softwares* que se presentan en la figura 2 o en el trabajo de Unesco (2021) lo importante es que se definan las plantillas y datos que se deben solicitar para cargar los documentos, así como las normas o rutas

de trabajo definidas por la institución o ente creador del sistema.

A casi diez años de la publicación de Unesco (2021), Saikia *et al.* (2023) publicaron un trabajo sobre crecimiento y desarrollo de repositorios en el mundo, usando datos de los mismos sistemas (DOAR y ROAR), que resultó en información valiosa para nosotros. El país con mayor número de repositorios es Estados Unidos, con 920 para ese año, seguido de Japón, Reino Unido y Alemania. En la región latinoamericana destaca, en primer lugar, Perú, con 185, y con el puesto número 5 del ranking global; le sigue Brasil, con 159; Colombia, con 109; Argentina, con 91, y México, con 52; pues en el estudio se muestran los primeros 30 lugares a nivel mundial.

Tabla 1. Comparativo de Repositorios Institucionales registrados en ROAR para la región latinoamericana 2023–2024

País	Número de r epositorios 2023	Número de repositorios 2024
Perú	185	197
Brasil	159	193
Colombia	109	154
Argentina	91	78
México	52	55

Fuente: Elaboración propia con datos de ROAR y Saikia *et al.* (2023)

Además de los presentados en la tabla 1, que incluyen los cinco países latinoamericanos que aparecen dentro del *ranking* 30 de ROAR para 2023, se puede encontrar para el año 2024 que la mayoría de los países de la región tienen este tipo de estrategias tales como: Chile, 30; Ecuador, 32; Venezuela, 24; Cuba, 16; El Salvador, 13; Panamá, 9; Nicaragua, 8; Uruguay, 8; Bolivia, 3; Paraguay, 1, y Honduras, 1. Según dicho registro, la región cuenta con, al menos, 822 repositorios. Es cierto que este número no necesariamente refleja la realidad de repositorios existentes, sino aquellos

registrados; pues, por ejemplo, para México, se habla de 55 a la fecha, cuando en el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación se consignan 108 para el año 2024.

En la región faltan de registrarse RI en países como República Dominicana y Guatemala, pero también existe un crecimiento sostenido de registros de países como Colombia y Brasil, debido a políticas de acompañamiento a las universidades en la creación y mantenimiento de estas plataformas. Lo que está claro es que el número total de la región (822) es más bajo que los 912 de Estados Unidos, y aunque se sabe que hay una subrepresentación, esto ilustra la necesidad de trabajar más con estas herramientas, que no implican barreras de pago ni grandes desembolsos.

Es necesario reconocer el potencial de uso de este tipo de registros y promover las buenas prácticas en el uso de ellos, para lo que es necesario conocer las rutas de creación y soportes para comenzar a trabajar con RI, aprovechando experiencias exitosas de la región. La recomendación para quienes se inician en este camino es llevar a cabo un análisis de las formas de trabajo de RI de la región, tomando en cuenta sus respuestas a diferentes necesidades, como elección de *software*, manejo de colecciones, definición de plantillas y formas de trabajo; así, al conocer la experiencia de instituciones parecidas en número de colaboradores, estudiantes y presupuestos, será posible iniciar los trabajos, pues los referentes se vuelven más accesibles en cuanto a prácticas.

Gestores de información

En Latinoamérica se reconoce la creación, uso e implementación de gestores de información que compilan, catalogan y presentan producción científica en la búsqueda por ofrecer bases de datos más equitativas y accesibles; esfuerzos que empiezan por eliminar la barrera de pago y que nuevamente se sostienen desde instituciones educativas, como es el caso de

Latindex, sistema creado en los años noventa, por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para funcionar como una red de información sobre la producción científica de la región, además de España y Portugal. El sistema pasó de ser un directorio a ofrecer, además, un catálogo de revistas que cumplen con indicadores de buenas prácticas editoriales; y, a la fecha, presenta información de casi 28,000 revistas en su directorio y cerca de 3,700 en su catálogo. Este sistema funciona por una red de 24 instituciones miembros, entre las que destacan las universidades y 19 instituciones cooperantes, que incluyen otros agregadores y directorios, iniciativas como el Public Knowledge Project y sistemas e iniciativas que tienen relación con la publicación de revistas, como el ISSN.

Otro sistema que ha funcionado de forma similar es REDALYC (ahora identificado como Red de revistas científicas de Acceso Abierto no comercial propiedad de la academia), de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), que compila a texto completo y con un marcaje de metadatos (JATS) la producción de la región latinoamericana en un primer momento y después de otras regiones, pasando por filtros de calidad que permiten validar el contenido de lo que se presenta, siendo un catálogo o indexador de revistas con buenas prácticas, que permite el acceso a las revistas incluidas.

El proyecto de REDALYC se ha enriquecido y transitado a otra propuesta de nombre AmeliCA, que propone el desarrollo de un modelo de CA basado en entender el conocimiento como un bien común, presentando un modelo de trabajo no comercial y de naturaleza académica, que permita dar visibilidad y soporte a aquellos esfuerzos de publicación de revistas, utilizando el concepto de Acceso Abierto Diamante, frente a las opciones de las editoriales del oligopolio que hablan de rutas de acceso Dorada, Verde, Híbrida, entre otras.

Otro proyecto que inició como biblioteca digital y ahora trabaja tam-

bién como índice es SciELO, propuesta de la Fundación para el Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo, Brasil, que cuenta a la fecha con 15 colecciones de países de la región más España, Portugal y Sudáfrica, con modelos de trabajo que se sostienen de los Consejos y Secretarías de Ciencia y las universidades de la región. Esta plataforma permite la publicación electrónica de números completos de revistas que hayan pasado por un proceso de validación de calidad; está sostenida en buenas prácticas y acceso a información necesaria para que puedan conectarse en el mundo digital.

Figura 3. Gestores del conocimiento latinoamericanos



Fuente: imágenes tomadas de los propios sitios web

Estos cuatro proyectos (figura 3) sirven como modelos, rutas de trabajos, herramientas para las instituciones y opción de acceso a la información para la sociedad en general. Las bases de datos de estos sistemas funcionan frente, o a pesar, de las bases cerradas de empresas como Elsevier y Thomson Reuters (SJR–Scopus, JCR–Web of Science); por tanto, son modelos que respaldan la visión de entender al conocimiento como un bien común y, al mismo tiempo, ofrecen rutas de trabajo alternativas, demostrando que el modelo de APC y acuerdos transformativos no es el único ni el mejor para el acceso a la información, que bajo estos sistemas sigue siendo de acceso restringido. Estas experiencias son el reflejo de que otras formas de trabajo no comercial son posibles y de que, desde la región, se tienen modelos históricos de acceso a la información que son adecuados, útiles y que ofrecen modelos de calidad alternativos.

La forma de pensar la CA con estas herramientas es promover su uso amplio de ellas, tanto como fuente de información para las comunidades amplias, como plataformas donde integrar los esfuerzos editoriales de las diferentes instituciones de la región. Son necesario programas de capacitación y valoración de estas herramientas como esfuerzos dignos de ser considerados de calidad, de forma que el uso amplio los vuelva un valor asociado a las buenas prácticas de apertura del conocimiento, pues se pueden encontrar visiones entre los tomadores de decisiones de desdén de estas estrategias y privilegio a las opciones de la iniciativa privada, que se moldean bajo una visión de mercado.

Identificadores persistentes

Debido a la enorme cantidad de producción académica que es posible encontrar en la actualidad, ha sido necesario el uso de identificadores persistentes que permitan la filiación exitosa para personas, documentos e ins-

tituciones que pueden tener nombres iguales o parecidos. Esta necesidad surge del hecho de que es esencial validar la cantidad y calidad de la producción, de forma que se puedan segmentar los informes a consultar. En la actualidad, el trabajo de las instituciones educativas y de investigación se mide en buena parte por su producción científico–académica y el impacto de esta, representado por las citas que tiene cada trabajo, autor, institución o país. Bajo estos parámetros, el desarrollo científico de un país o región se mide por métricas que toman a las citas como insumo primario; de esta forma, la presencia digital y el acceso resultan una cuestión primordial.

Al pensar en un acceso más amplio y significativo, no se trata solamente de los rankings o posicionamiento institucional, nacional o personal, sino del impacto que puede tener el esfuerzo científico en la vida de la comunidad o la población, desde visiones locales hasta globales. De esta forma, resulta importante conocer algunas herramientas de trabajo que permiten dar visibilidad, acceso y posicionamiento a los trabajos científicos, así como a los datos, resultado de este trabajo. En miras a esto, los identificadores persistentes resultan una herramienta importante para la localización y definición de autoría, así como la localización de un trabajo.

En primera instancia son necesarios los identificadores institucionales, como el Registro de Organizaciones de Investigación (ROR, Research Organization Registry), una iniciativa abierta, enfocada en otorgar a las instituciones identificadores persistentes, que permitan la localización y acreditación de la producción científica. Este proyecto tiene como base de trabajo a organizaciones sin fines de lucro, como Datacite y Crossref, que se encargan de hacer el trabajo de identificación, pero en este caso de objetos virtuales.

Como segunda herramienta se recomienda el uso de los identificadores de autor/persona, donde la opción de ORCID (Open Researcher and Contributor ID) es la aceptada y usada de forma extensiva a nivel inter-

nacional (después de un proceso donde entes y empresas intentaron promover sus propios identificadores, tales como el RsearcherID, Scopus ID, entre otros). Se trata de otra organización sin fines de lucro que funciona por medio de membrecías institucionales, que soportan el costo financiero del trabajo del sistema de identificación de investigadores; según su propia información, permite que «todos los que participan en la investigación, la erudición y la innovación estén identificados y conectados de manera única con sus contribuciones, a través de disciplinas, fronteras y tiempos» (ORCID, 2024).

Como tercera herramienta es importante que los documentos que se comparten de forma amplia cuenten, así mismo, con un identificador, el DOI (Digital Object Identifier). Para obtener este tipo de identificador existen dos organizaciones: Datacite y CROSSREF. Estas organizaciones, igual que las anteriores, funcionan sin fines de lucro y nacieron de la necesidad de identificar y localizar la producción científica de forma estable, lo anterior derivado de la movilidad que existe en el uso de páginas web y de soporte electrónico de los documentos. Es importante hacer notar que estas organizaciones tienen relación y modelos de conexión con los otros identificadores (ROR y ORCID).

Para el caso de Datacite su modelo de trabajo ha evolucionado hacia el ofrecimiento de una plataforma de indicadores de uso de nombre Datacite Commons, donde es posible encontrar información de citas y descargas de los documentos que cuenten con su DOI y segmentarla según la institución, la persona, la organización o el repositorio donde se encuentra alojado el recurso. Se trata de una estrategia alternativa de medición del impacto frente al SJR, que viene de una empresa editorial y es juez y parte; y el JCR, que viene de una empresa de noticias. Es interesante que este sistema no solo compila información de su propia base de datos, sino que también lo hace de CROSSREF, por lo que es posible hacer uso de esta

herramienta a pesar de no ser parte del consorcio de Datacite.

Estos identificadores de institución, autor y documentos son necesarios para la localización y preservación de la producción de una institución, región y autor a nivel amplio. Son propuestas mundiales que se recuperan para la región latinoamericana, de forma que se pueda tener una presencia amplia en el ecosistema de CA desde una visión de conocimiento como bien común. En resumen, estos identificadores (figura 4) acompañan el trabajo de los repositorios, los sitios de revistas y gestores de información, de forma que puedan cumplir con estas buenas prácticas internacionales, para una visión regional.

Figura 4. Identificadores usados en el ecosistema de apertura del conocimiento



Fuente: Elaboración propia

Se recupera el hecho de que, para el acceso a todas ellas, es necesario el pago institucional de membrecías y, en el caso del DOI, un monto mínimo por documento, por lo que es necesario tomar en cuenta y gestionar este desembolso dentro de cada institución de forma anual, que no llega a ser muy alto, sobre todo si se compara con el acceso a las grandes bases de datos, el APC y acuerdos transformadores.

Conclusiones

Derivado de la presentación de estas tres estrategias iniciales e importantes para comenzar a trabajar con modelos de apertura de la ciencia se pretende otorgar a aquel que se acerca a este tipo de estrategias una guía clara

y definida de la forma en que debe empezar. Pero queda pendiente un tema que es el hecho de promover normas y definiciones de apertura del conocimiento en las diferentes instituciones, pues se necesitan marcos de trabajo para la realización de diferentes estrategias que promuevan el acceso a la ciencia en la región. Se comparten, además, los siguientes consejos prácticos:

1. Para las instituciones que no cuenten con estrategias de CA la creación de un RI es un buen comienzo.
2. Para la creación de RI buscar el *software* más adecuado para la institución y sus necesidades.
3. No se debe olvidar la importancia de registrar los RI en directorios especializados, como ROAR y DOAR.
4. Sobre los gestores de información es importante tener conocimiento e incentivar su uso, tanto por las revistas, los investigadores y los alumnos. Aquí es necesario el trabajo desde las bibliotecas y las aulas.
5. Presionar en las instituciones hacia otros modelos de calidad, donde no se privilegie la información alojada en SJR y JCR.
6. Se debe tener clara la necesidad del uso de identificadores persistentes en todos los niveles, de forma que se garantice la presencia del trabajo institucional en el ecosistema digital académico mundial.
7. Se recomienda recuperar buenas prácticas regionales y locales de preservación y difusión del trabajo científico, y enriquecerlo con tendencias internacional; es decir, no eliminar las prácticas históricas para cambiarlas por otras no situadas.

Referencias

ADAME Rodríguez, S. I., Lloréns Baez, L. y Schorr Wiener, M. (2013). Retrospectiva de los repositorios de acceso abierto y tendencias en la socialización del conocimiento. *Revista electrónica de investigación edu-*

- cativa*, 15(2), 148–162. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412013000200010&lng=es&tlng=es
- AGUADO, E. (2024). *El acceso abierto a las publicaciones científicas*. Conferencia presentada en: MOOC Ciencia Abierta como Bien Público Reflexiones y acciones necesarias desde la perspectiva no comercial. <https://learning.amelica.org/moodle/course/view.php?id=2§ion=2>
- BANKIER, J. G. y Gleason, K. (2014). *Institutional Repository Software Comparison*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227115>
- GALINA Russell, I. (2011). La visibilidad de los recursos académicos: Una revisión crítica del papel de los repositorios institucionales y el acceso abierto. *Investigación bibliotecológica*, 25(53), 159–183. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2011000100007&lng=es&tlng=es
- ORCID (2024). Sobre nosotros. <https://info.orcid.org/es/what-is-orcid/>
- SAIKIA, S., Verma Manoj, K. y Verma Nitesh, K. (2023). *Growth and development of Open Access Repositories across the globe: A case study of Open DOAR, Recent Technological Trends in Academic Libraries: Systems and Services*. Book Age Publications.
- UNESCO (2021). *UNESCO Recommendation on Open Science*. <https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science/recommendation>

METADATOS Y ESTÁNDARES PARA REPOSITORIOS DIGITALES

SARA RODRÍGUEZ PALACIOS
SANDRA PATRICIA PALACIO ACOSTA
JESÚS FRANCISCO CARDONA HOYOS

Introducción

En el acelerado mundo digital en el que vivimos, la gestión eficiente de la información es vital para aprovechar al máximo su potencial. En este contexto, los metadatos y los lenguajes controlados han surgido como herramientas fundamentales en la organización y la recuperación de los datos.

En este capítulo, nos sumergiremos en el apasionante universo de los metadatos y los lenguajes controlados; destacaremos los avances y los desafíos específicos que se han presentado en la región latinoamericana, donde diversas iniciativas y directrices han surgido, para promover el uso efectivo de los metadatos y los lenguajes controlados; exploraremos el impacto de estas herramientas en el acceso abierto, la investigación académica y el descubrimiento de información en la región.

Desarrollo

De acuerdo con la norma UNE–ISO 23081–1: 2008 (Asociación Española de Normalización, s.f.), «los metadatos son información estructurada o semiestructurada que posibilita la creación, registro, clasificación, acceso, conservación y disposición de los documentos a lo largo del tiempo». Los metadatos incluyen una amplia información que se puede utilizar para identificar, autenticar y contextualizar los documentos, las personas, los procesos de negocio, la regulación y sus relaciones.

En el contexto de la bibliotecología, los metadatos proporcionan información sobre los recursos de información, como libros, artículos, imágenes,

videos y otros materiales. Cuando consultamos un catálogo en línea, o una base de datos, los metadatos nos brindan información esencial sobre los recursos que buscamos. Estos datos pueden incluir detalles, como el título, el autor, la fecha de publicación, el resumen, las palabras clave, el formato, el tamaño del archivo y la ubicación física. Además, los metadatos también pueden contener información más técnica, como el tipo de archivo, la resolución de una imagen, el formato de compresión de un video, entre otros.

Los metadatos son útiles para:

- Gestionar los documentos: buscarlos, encontrarlos, localizarlos, ordenarlos, organizarlos, clasificarlos.
- Asociar los documentos a otros documentos similares o información relacionada con ellos.
- Establecer relaciones entre los documentos y otros contextos, como sitios web, otros documentos, videos, canales, redes sociales, etcétera.
- Hacer los documentos visibles, contextualizados, comprensibles, precisos, reutilizables, evaluables y recuperables de manera local o en Internet
- Mantener trazabilidad, protección, control de cambios e información durante el ciclo de vida de los datos y documentos.
- Facilitar procesos de migración, transformación, transferencia y cosecha.

Para realizar una gestión de los metadatos, se han generado lineamientos internacionales, tales como las directrices OpenAIRE (OpenAIRE, s.f.), que son pautas internacionales cuya aplicación, junto a otras herramientas, están orientadas a mejorar la calidad y estándares de metadatos, facilitar la comunicación entre diversos sistemas, garantizar la interoperabilidad y promover buenas prácticas para el registro y recuperación de la información.

En concordancia con las normas internacionales, los organismos de ciencia y tecnología de las naciones latinoamericanas desarrollan guías para adaptarlas a las realidades regionales.

Un ejemplo de ello, son las Directrices para repositorios institucionales de investigación (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, 2020), las cuales pretenden impulsar la producción en acceso abierto y consolidar una oferta de la producción científica del país para lograr dar visibilidad y acceso a la información científica nacional. Esta guía está dirigida a los responsables técnicos de los repositorios institucionales de investigación para la construcción y mejoramiento de la calidad de los datos.

Herramientas para la gestión de metadatos

- Esquemas de metadatos: las instituciones definen los elementos mínimos que se deben tener en cuenta; es decir, los metadatos mínimos que responden a sus necesidades para describir los documentos. Es importante que el esquema que se defina sea legible por humanos y por máquinas, para garantizar la interoperabilidad.
- Estándares de descripción: RDA alianza, Datacite.
- Validadores: OAI-PMH <https://validator.oaipmh.com/>
- Cosechadores buscadores metabuscadores: Google Scholar

Son herramientas que capturan metadatos, lo cual permite que los documentos de nuestros repositorios sean encontrados a través de las búsquedas que se realizan en esas plataformas.

Algunos de los servicios de recolección más importantes en la actualidad son:

- [BASE: Bielefeld Academic Search Engine](#)
- [LaReferencia](#) (Red Federada de Repositorios de Latinoamérica)
- [Coar](#)
- [OpenAIRE Perfil de aplicación](#)
- [Perfil de aplicación Redcol](#)
- [Google Scholar](#)

Los estándares son acuerdos comunes sobre qué metadatos usar, la forma en que se van a usar, el orden, la cantidad, las características de estos y la manera en que van a facilitar la interoperabilidad. Algunos ejemplos de estándares son: [OpenAIRE](#), [Redcol](#) y [LaReferencia](#).

Los metadatos se clasifican en:

1. **Descriptivos.** Estos metadatos son fundamentales para identificar y buscar recursos de información, debido a que proporcionan detalles sobre el contenido y la descripción de un recurso. Incluyen elementos como el título, el autor, las palabras clave, el resumen, el tema, el género, la fecha de publicación, la editorial, entre otros.
2. **Estructurales.** Estos metadatos describen la estructura interna de un recurso; son especialmente relevantes en recursos como libros, documentos largos o recursos multimedia; pueden incluir información sobre capítulos, secciones, páginas, tiempo de reproducción, índices, entre otros.
3. **Administrativos.** Estos metadatos brindan información relacionada con la gestión y administración de los recursos de información y son esenciales para la gestión de colecciones y la administración de derechos. Pueden incluir datos sobre derechos de autor, permisos de acceso, fecha de adquisición, formato del archivo, tamaño del archivo, ubicación física, entre otros.

4. Técnicos. Estos metadatos son importantes para la gestión y preservación de recursos digitales. Contienen información técnica sobre los recursos de información, incluyendo detalles, como el formato de archivo, la resolución de una imagen, el códec¹² de un video, el tipo de compresión, la duración, el tamaño del archivo, entre otros.
5. De derechos. Estos metadatos describen los derechos de autor y las restricciones asociadas a un recurso, son fundamentales para garantizar el cumplimiento de las leyes de derechos de autor y la gestión adecuada de los recursos. Pueden incluir información sobre licencias, permisos de uso, restricciones de reproducción, entre otros.

Hay una gran variedad en esquemas de metadatos, es muy importante conocerlos para poder definir cuál es el más adecuado para describir nuestros recursos. Además, el esquema seleccionado debe:

- Ser compatible con los desarrollos y sistemas tecnológicos utilizados en la gestión de los recursos.
- Estar preparado para garantizar el cumplimiento de estándares de interoperabilidad (OAI-PMH, soporte ORE) y compatibilidad con otros esquemas.
- Permitir un registro eficiente de la información mediante el uso correcto de etiquetas y vocabularios controlados para garantizar la confiabilidad, la autenticidad, la disponibilidad y la integridad de los metadatos asociados a los documentos.
- Permitir el uso eficiente de identificadores uniformes y persistentes para fomentar y simplificar la atribución correcta e inequívoca de la producción académica, eliminando la ambigüedad en los nombres de

12. Es el lenguaje informático con el que está escrita la información del video, en el cual se puede codificar o decodificar. <https://platzi.com/blog/codec-para-video/>

los autores y sus filiaciones; además de identificar un recurso de forma unívoca en un lugar determinado.

- Gestionar el uso de estándares de facto para indicar licencias de uso (Creativecommons)

OpenAIRE recomienda que los metadatos estén codificados en el formato de metadatos Dublin Core, dado que permite que los recursos de información sean descritos y recuperados de manera más efectiva y coherente, facilitando la búsqueda y el acceso a la información.

Este esquema de metadatos proporciona un conjunto básico de 15 elementos para describir recursos de información.

1. Título (*title*): nombre dado al recurso de información, que proporciona un nombre descriptivo que lo identifica.
2. Autor (*creator*): persona, organización o entidad responsable de la creación del recurso.
3. Tema (*subject*): contenido principal del recurso, expresado generalmente como palabras o frases clave.
4. Descripción (*description*): es una descripción textual del contenido o el propósito del recurso.
5. Editor (*publisher*): persona, organización o entidad responsable de la publicación, distribución o emisión del recurso.
6. Colaborador (*contributor*): personas, organizaciones o entidades que han realizado contribuciones secundarias al recurso.
7. Fecha (*date*): fecha asociada con la creación y la disponibilidad del recurso.
8. Tipo (*type*): naturaleza o género del recurso, como texto, imagen, audio, video, etcétera.

9. Formato (*format*): formato o medio físico digital del recurso, como el formato de archivo o el tipo de soporte.
10. Identificador (*identifier*): identificador único del recurso, como un número ISBN, una URL o un identificador de archivo.
11. Fuente (*source*): referencia a la fuente desde la cual se derivó el recurso.
12. Idioma (*language*): idioma principal del contenido del recurso.
13. Relación (*relation*): relación con otros recursos, por ejemplo, una versión anterior del recurso, una parte de un todo, etcétera.
14. Cobertura (*coverage*): extensión o alcance temporal o espacial del recurso.
15. Derechos (*rights*): declaraciones de derechos de propiedad intelectual o restricciones legales asociadas al recurso.

Estos elementos proporcionan una base sólida para describir y acceder a recursos de información en diferentes contextos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el Dublin Core permite la extensibilidad y la creación de perfiles de metadatos más detallados y específicos para abordar necesidades particulares de diferentes dominios y comunidades de usuarios.

Esquema de metadatos DataCite. DataCite es una organización internacional que se dedica a proporcionar identificadores únicos para conjuntos de datos y promover su accesibilidad y su visibilidad en línea. DataCite utiliza un esquema de metadatos llamado DataCite Metadata Schema, que define los elementos de información necesarios para describir un conjunto de datos de manera precisa y consistente. Este esquema, se compone de los siguientes elementos clave:

1. Título: nombre del conjunto de datos
2. Autores: personas o entidades responsables de la creación o recopilación del conjunto de datos.

3. Descripción: Breve descripción que proporciona detalles sobre el contenido y el propósito del conjunto de datos.
4. Palabras clave: términos o frases que resumen los temas principales abordados en el conjunto de datos.
5. Identificador persistente: identificador único y permanente asignado al conjunto de datos para facilitar su citación y referencia.
6. Fecha de publicación: Fecha en la que el conjunto de datos se hizo públicamente disponible sin importar si son abiertos o cerrados.
7. Licencia: términos de uso y restricciones aplicables al conjunto de datos.
8. Ubicación del conjunto de datos: es la URL o identificador de ubicación donde se puede acceder al conjunto de datos en línea.

Esquema de metadatos MODS (Metadata Object Description Schema). Es utilizado para describir recursos digitales como imágenes, archivos de audio y video y documentos electrónicos. Este se basa en XML y proporciona una estructura flexible para describir diferentes aspectos de los recursos. Es utilizado en repositorios y bibliotecas digitales para la gestión de metadatos.

Esquema de metadatos METS (Metadata Encoding and Transmission Standard). Es un sistema estándar que combina metadatos descriptivos, estructurales y administrativos para proporcionar un marco completo de descripción y administración de objetos digitales complejos. Utiliza XML para estructurar la información y permite representar relaciones entre diferentes componentes de un objeto digital, como páginas de un libro o archivos de una colección.

Otros estándares de metadatos: hay muchos otros esquemas y estándares de metadatos utilizados en diversos contextos, entre ellos:

- EAD (Encoded Archival Description). Utilizado para describir materiales de archivo en forma de documentos XML, describe la estructura y el contenido de los archivos y colecciones archivísticas.
- PREMIS (Preservation metadata). Utilizado en el ámbito de la preservación digital para describir y mantener la información necesaria para garantizar la autenticidad, confiabilidad y accesibilidad a largo plazo de los objetos digitales. Incluye metadatos técnicos, administrativos y de derechos de autor relacionados con la preservación digital.
- FGDC (Federal Geographic Data Committee). Utilizado para describir metadatos geospaciales, como mapas; datos geográficos, como coordenadas, proyecciones, escalas y metadatos temáticos relacionados con la geografía.

Conclusiones

El campo de los metadatos enfrenta diferentes retos y temas que se deben tener en cuenta para el futuro cercano. La interoperabilidad de la información entre diferentes estándares y esquemas continúa siendo un desafío. Además, el acceso abierto plantea complejidades en términos de adopción de estándares abiertos y la implementación de licencias que fomenten la reutilización y transparencia de la información. Otro aspecto a considerar son los metadatos enriquecidos, que mejoran la búsqueda y el descubrimiento de la información de forma más precisa, pero que requieren directrices claras para alcanzar su plena utilización. La utilización de los datos vinculados o enlazados permite una mayor interconexión y vinculación entre recursos y metadatos. Por último, es fundamental tener en cuenta las tecnologías emergentes, como el aprendizaje automático, la Inteligencia Artificial y la realidad virtual y mixta, las cuales pueden potenciar la capacidad de búsqueda, organización, curación y recuperación de la información.

Recomendaciones prácticas basadas en nuestra experiencia

- Utilizar metadatos locales ocultos.
- Utilizar la plantilla de metadatos fijos para evitar el diligenciamiento de datos que pueden ser iguales para la colección. Ejemplo: el nombre de la universidad.
- Nombres de archivos. Para nombrar los archivos es recomendable guardarlos en minúscula y no dejar espacios en blanco. No se deben usar tildes (á), ni virgulillas (ñ). No se deben usar caracteres especiales como: (!@# \$ % ^ & * () / \ | « : ; , ? +, entre otros).
- Para evitar errores de saltos de página en los reportes descargados, no se deben dejar espacios en los textos de resumen, por ejemplo.
- Para mejorar la recolección de los indexadores, se recomienda depositar los archivos en PDF y no asignar contraseñas, ni bloqueos a los documentos, ya que estos no permiten que el robot lea los documentos.
- Utilizar el validador de OAI-PMH para asegurar la calidad de los metadatos registrados.

Referencias

- ASOCIACIÓN Española de Normalización (AENOR). (s.f.). *Información y documentación. Procesos de gestión de documentos. Metadatos para la gestión de documentos UNE-ISO/TS 23081-2*. Madrid.
- MINISTERIO de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (2020). *Directrices Metadatos para Repositorios Datos Investigación. Documentos y Guías*. Red Colombiana de Información Científica. <https://red-documentacion.minciencias.gov.co/>
- OpenAIRE (s.f.). *OpenAIRE Guidelines*. <https://guidelines.openaire.eu/en/latest/>

IA+UX EN REVISTAS CIENTÍFICAS

JOEL TORRES HERNÁNDEZ
GERMÁN DÍAZ HERNÁNDEZ

Sobre el acceso universal a la información

La función social de la Ciencia Abierta

En una era de hiper conectividad, donde diariamente enfrentamos un volumen abrumador de información, resulta paradójico que gran parte del conocimiento científico siga siendo accesible solo para un sector de la población. Iniciativas como la Ciencia Abierta (CA) están cambiando este panorama, al abogar por un acceso universal y sin restricciones al conocimiento. Este movimiento internacional no solo facilita la disseminación de la información, sino que también fomenta la colaboración y la transparencia en la investigación. Como afirman Ramírez–Montoya y García–Peñalvo (2018), la CA es crucial para la innovación y el avance social, pues «promueve la colaboración y la transparencia en la investigación científica».

Las revistas científicas de acceso abierto como vectores de democratización del conocimiento

Las revistas científicas desempeñan un papel esencial en la democratización del conocimiento científico. Al adoptar modelos de acceso abierto, estas publicaciones eliminan las barreras económicas, permitiendo que la investigación llegue a un mayor número de personas sin coste alguno. Este modelo no solo mejora la interacción entre científicos de diferentes disciplinas y regiones, sino que también impulsa la innovación y el avance científico. En América Latina, el impacto de estas revistas se ha ampliado gracias a iniciativas como SciELO, un modelo cooperativo descentralizado

que mejora la visibilidad internacional de la investigación regional (Canales, 2017).

Con el desarrollo de la tecnología, las revistas científicas han evolucionado desde formatos impresos hasta plataformas digitales, adaptándose a las necesidades sociales. Sistemas como Open Journal Systems (OJS) han revolucionado la gestión y publicación de artículos científicos, facilitando el paso de la edición impresa a la digital, promoviendo un acceso más abierto y equitativo al conocimiento. Esta transformación no solo optimiza la eficiencia operativa de las revistas, sino que también expande su alcance y accesibilidad.

Estos esfuerzos colectivos, a la par de que elevan la calidad de la investigación publicada, también garantizan que los hallazgos científicos sean ampliamente compartidos, trayendo beneficios a investigadores, académicos y la sociedad en general. De esta forma, las revistas científicas continúan asegurando su relevancia y accesibilidad, facilitando un conocimiento más abierto y democrático, elemento esencial para enfrentar desafíos globales y fomentar una sociedad más informada.

Acerca de la Inteligencia Artificial en las revistas científicas

La inteligencia artificial generativa ha comenzado una revolución sin precedentes en este siglo, transformando la creación de contenido y ampliando las fronteras del conocimiento. Esta tecnología no solo cambia la producción y distribución de datos, sino que también redefine los métodos y el desarrollo del ciclo de investigación. Sin embargo, a pesar de sus múltiples beneficios, los desafíos éticos en su aplicación dentro de procesos editoriales y en la creación de contenidos científicos es uno de los puntos más urgentes de abordar.

El uso actual de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de las publicaciones científicas está enfocado principalmente en la detección del plagio

y optimizar la eficiencia del proceso editorial. No obstante, se hallaron vacíos de conocimiento en la literatura actual para mejorar la experiencia del usuario. La implementación de sistemas de IA personalizados podría transformar radicalmente la interacción del usuario con las revistas científicas, a través de interfaces guiadas por IA que permitan una navegación más intuitiva. Estas tecnologías podrían aprovechar los modelos largos de lenguaje para agilizar el proceso de consultas de manera precisa y contextual, enriqueciendo así la experiencia del usuario al interactuar de manera más dinámica con el contenido.

Además, las herramientas de IA tienen el potencial de desempeñar un rol importante en la gestión editorial de las revistas. Según Díaz y Vega-Escobar (2019), la implementación de estrategias para mejorar la calidad editorial y garantizar la relevancia de los artículos publicados es esencial para el avance científico y tecnológico. Esto incluye la declaración y cumplimiento de políticas editoriales, la mejora de la frecuencia de publicación, y la ampliación de la accesibilidad y visibilidad internacional.

Estos avances de la IA no solo potencian la investigación y la interacción científica, sino que también promueven un consumo más amplio de la ciencia, llegando a un público más general y generando un impacto social mayor. Por lo tanto, la exploración y desarrollo de estas aplicaciones de IA para maximizar el impacto académico y social del conocimiento científico deberá ser un semillero de oportunidades para la investigación a futuro.

De la experiencia de usuario (UX) en las revistas científicas

La experiencia de usuario (UX) se define como la interacción entre una persona con un producto o servicio y cómo esta interacción influye en sus percepciones, emociones y comportamientos. En el ámbito de las revistas científicas, la UX es necesaria para facilitar el acceso y la comprensión de la ciencia, asegurando que los artículos sean accesibles y comprensibles, no

solo para el usuario especialista, sino también para el público en general. Este enfoque centrado en el usuario, se vuelve imprescindible para garantizar que los avances científicos cumplan con la función social de la ciencia, es decir, que impacten en la vida diaria de las personas.

En paralelo al creciente desarrollo de tecnologías emergentes, la UX en las revistas científicas demanda un avance por igual para facilitar la transferencia de saberes. Según Hassan–Montero *et al.* (2014), la tecnología ha permitido la implementación de interfaces gráficas interactivas en las revistas de acceso abierto, facilitando así una navegación intuitiva y un acceso eficiente a la información bibliométrica.

dPyx, una herramienta de código abierto para evaluar la usabilidad de una revista científica

La relevancia del diseño centrado en el usuario para promover el consumo de la producción científica es indiscutible; exige que los sistemas, además de ser funcionales, deben ser eficientes, intuitivos y generar una experiencia agradable en su uso. Este enfoque permite a los diseñadores y editores de revistas comprender mejor las necesidades y expectativas de los distintos tipos de usuarios, garantizando que las interfaces y el contenido sean accesibles para incrementar la frecuencia de visitas a la plataforma, lo cual es vital para revistas científicas, bibliotecas digitales, bases de datos académicas y otros repositorios de conocimiento.

Ante este escenario, se vuelve prioritario explorar metodologías, procesos y herramientas para la evaluación objetiva de indicadores de la UX. El *software* dPyx, desarrollado por eScire, es una herramienta de código abierto que fue diseñada para cubrir la necesidad de evaluar el desempeño de programas y políticas, incluyendo productos editoriales y sistemas de información. Esta herramienta está configurada para adaptarse a diferentes contextos y necesidades, proporcionando una evaluación basada en estándares, normas

y recomendaciones internacionales que faciliten la toma de decisiones informadas. Una de las versiones del dPyx ha sido diseñada y configurada para evaluar la usabilidad de plataformas digitales, basándose en principios establecidos por expertos en la UX, como Don Norman, Eric Reiss y Jacob Nielsen, entre otros, garantizando que se promueva un consumo social más significativo de la ciencia para un impacto más amplio y diverso.

En la tabla 1 se enlistan las ventajas más importantes del sistema evaluador de usabilidad dPyx:

Tabla 1. Ventajas más importantes del sistema evaluador de usabilidad dPyx

Adopción de la comunidad	dPyx permite identificar y rastrear el comportamiento de los usuarios dentro de la plataforma, integrando estrategias de gamificación para aumentar la participación y el compromiso de los usuarios. Por ejemplo, dPyx usa herramientas para identificar a los usuarios activos e inactivos, lo que es crucial para desarrollar intervenciones específicas y mejorar la interacción.
Estandarización	La plataforma asegura que la interfaz y los procesos internos cumplan con estándares internacionales de accesibilidad y usabilidad. Esto es vital para garantizar que la revista sea accesible a una amplia audiencia, incluyendo a aquellos con discapacidades. La estandarización de metadatos y la adopción de vocabularios controlados facilitan la búsqueda y recuperación de la información, lo que mejora significativamente la UX.

Interacción con el sistema	La herramienta evalúa cómo los usuarios interactúan con el sistema, enfocándose en la facilidad de uso y la eficiencia de la interfaz. dPyx ayuda a identificar áreas donde la navegación podría ser más intuitiva o donde los procesos podrían ser más rápidos y menos propensos a errores, lo que reduce la frustración del usuario y mejora la satisfacción general.
Infraestructura tecnológica	dPyx evalúa la infraestructura tecnológica subyacente para garantizar que la plataforma sea segura, confiable y esté al día con las últimas actualizaciones de <i>software</i> . Esto incluye medidas de seguridad, como la protección anti-bots y la interoperabilidad con sistemas externos, lo que asegura que la revista científica pueda operar de manera continua y segura, preservando la integridad de los datos y la investigación publicada.

Fuente: Elaboración propia

Una mirada a las oportunidades de la inteligencia artificial generativa en las revistas científicas para mejorar la experiencia de usuario

En la última década, hemos sido testigos de notables avances en la tecnología de IA, particularmente en los algoritmos de aprendizaje automático (*Machine Learning*). Estos progresos han permitido el desarrollo de modelos de inteligencia artificial generativa capaces de crear contenido textual, imágenes y otros formatos multimedia, potenciando la automatización y eficiencia en la producción de contenido derivado de un artículo, lo que representa un ahorro considerable de tiempo y recursos.

Integrar estas tecnologías emergentes en recursos académicos, como revistas científicas, favorece la experiencia del usuario, ofreciendo contenido en distintos formatos multimedia que facilitan la comprensión de la información científica.

La adopción de inteligencia artificial generativa para crear productos derivados, como podcasts, videos, infografías, chat-bots y resúmenes, ha contribuido significativamente en la diseminación del conocimiento científico. Estas herramientas auxilian la traducción de los términos técnicos en narrativas más accesibles, ampliando el diálogo académico y fomentando el progreso científico y técnico (Rodríguez y Muñoz, 2020). La divulgación científica también ha evolucionado para adaptarse a las tendencias emergentes, desarrollando estrategias discursivas que alcanzan a audiencias más amplias y variadas (Alonso y Ortiz, 2022). Sin embargo, es fundamental que el empleo de la inteligencia artificial generativa en la creación de estos productos derivados enfocados en la comunicación pública de la ciencia sea manejado con responsabilidad y ética. El garantizar que los productos generados no alteren ni distorsionen el contenido original de los artículos científicos, manteniendo la integridad y precisión de los datos y resultados presentados, debe ser prioritario al momento de diseñar políticas, procesos y herramientas para este fin. Aunado a esto, el adherirse a prácticas de transparencia en la declaración de las herramientas utilizadas, es imprescindible para un uso ético y responsable de la inteligencia artificial generativa. Esto creará un ambiente confiable para las personas autoras y para la comunidad científica en general, facilitando su consentimiento informado y consciente sobre la transformación de sus trabajos en productos derivados divulgativos generados por IA.

Retos y oportunidades

Las revistas científicas se encuentran actualmente en un punto de inflexión en su evolución, enfrentando desafíos importantes, como la necesidad de mejorar continuamente la gestión de los procesos editoriales y asegurando la calidad de las publicaciones. Sin embargo, la adopción de tecnología de frontera que ofrezca alternativas innovadoras para su integración en

entornos digitales, representa un abanico de oportunidades significativas para modernizar la diseminación del conocimiento científico, según apunta Vázquez–Cano (2013).

Por otro lado, como señalan Chirinos y Villoria (2017), las revistas científicas de acceso abierto enfrentan desafíos adicionales en términos de periodicidad y motivación para mantener la calidad y la consistencia en la publicación. Aquí es donde la inteligencia artificial generativa puede jugar un papel transformador, contribuyendo significativamente a mejorar los indicadores de calidad de una revista. La personalización del contenido, según los intereses específicos de cada audiencia, la navegación intuitiva por las plataformas y el apoyo de asistentes virtuales, que permiten interacciones en tiempo real con los usuarios, son tan solo algunos ejemplos de cómo la IA puede enriquecer la UX.

Además, el uso de herramientas y aplicativos de IA tiene el potencial de incrementar la visibilidad y accesibilidad de los artículos científicos a través de la generación de productos derivados, como infografías, resúmenes visuales y videos explicativos, que expandan los horizontes del alcance de una publicación. Estos formatos, además de proporcionar un primer acercamiento atractivo al contenido, también pueden despertar un mayor interés por la ciencia en un público no contemplado actualmente por las revistas científicas. Por otro lado, las herramientas que convierten texto en audio ofrecen la posibilidad de acceder al contenido de manera alternativa, permitiendo a los usuarios escuchar los artículos mientras realizan otras actividades.

Sin embargo, como señala Abad–García (2019), se deben mantener altos estándares éticos en la publicación académica, por lo tanto, esta declaración se extiende al uso de la inteligencia artificial generativa en este ámbito. Con ello, se garantiza la protección de los derechos de autor y la correcta atribución de la autoría del contenido generado por herramientas

generativas basadas en IA. Otro reto importante es asegurar la calidad y veracidad de los productos derivados, requiriendo la implementación de estructuras normativas y mecanismos de validación rigurosos, que estén alineados con estándares internacionales, pero adaptados localmente para el Sur global.

Finalmente, se sugiere que las herramientas que permiten evaluar y mejorar estos procesos deben ser analizadas en profundidad y compartidas colaborativamente en el ecosistema de la ciencia abierta, especialmente en regiones en vías de desarrollo, donde el acceso y la aplicación de tecnología avanzada pueden enfrentar barreras adicionales debido a su contexto. Estas iniciativas colectivas no solo mejoran la calidad y la accesibilidad de la ciencia, sino que también fortalecen la integridad y la relevancia de las publicaciones científicas en un contexto global cambiante.

Referencias

- ABAD–GARCÍA, M. F. (2019). El plagio y las revistas depredadoras como amenaza a la integridad científica. *Anales de Pediatría*, 90(1). <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.11.003>
- ALONSO, A. B. y Ortiz, L. T. (2022). Divulgación científica en el contexto español de la plataforma hegemónica de vídeo. *Comunica*, 177–200.
- CANALES, C. B. (2017). La red SciELO (scientific electronic library online): perspectiva tras 20 años de funcionamiento. *Hospital a Domicilio*, 1(4), 211. <https://doi.org/10.22585/hospdomic.v1i4.3.1>
- CHIRINOS, L. y Villoria, A. A. (2017). Difusión del conocimiento en el área social iniciativa editorial digital de acceso abierto. *Etic@net. Revista Científica Electrónica De Educación Y Comunicación en La Sociedad Del Conocimiento*, 17(1), 148–167. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v17i1.11920>
- DÍAZ, G. y Vega–Escobar, L. S. (2019). Implementación de estrategias para mejorar la calidad de una revista científica. *Tecno Lógicas*, 22(45), I–III. <https://doi.org/10.22430/22565337.1349>
- HASSAN–Montero, Y., Guerrero–Bote, V. P. y De–Moya–Anegón, F. (2014). Interfaz gráfica del SCImago Journal & Country Rank: Un enfoque interactivo para acceder a la información bibliométrica. *El Profesional De La Información*, 23(3), 272–278. <https://doi.org/10.3145/epi.2014.may.07>

- RAMÍREZ–Montoya, M. S. y García–Peñalvo, F. J. (2018). Co–creation and open innovation: systematic literatura review. *Comunicar*, 26(54), 9–18. <https://doi.org/10.3916/c54-2018-01>
- RODRÍGUEZ, A. D. R. y Muñoz, R. M. (2020). Criterios de selección de una revista científica para postular un artículo: breve guía para no ‘quemar’ un paper. *Sophia*, 16(1), 93–109. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.977>
- VÁZQUEZ–Cano, E. (2013). The video article: new reporting format in scientific journals and its integration in moocs. *Comunicar*, 21(41), 83–91.

CALIDAD Y VALIDACIÓN DE METADATOS PARA REVISAS ACADÉMICAS EN ACCESO ABIERTO

DAGOBERTO SALAS
RUBÉN SUAREZ ESCALONA

Introducción

La calidad de los metadatos en las revistas científicas es fundamental para garantizar la visibilidad, accesibilidad y recuperación efectiva de la información académica. Los metadatos son descripciones estructuradas que permiten identificar y organizar los contenidos digitales —como artículos científicos—, facilitando su búsqueda y recuperación en bases de datos y sistemas de indización.

Una correcta gestión de los metadatos mejora la visibilidad y acceso; además, asegura que los artículos sean fácilmente encontrados por investigadores y académicos. Los metadatos son esenciales para organizar y recuperar información, lo que incrementa la visibilidad de las revistas en plataformas como Open Journal Systems (OJS) (CAICYT–CONICET, 2023). Esto es crucial en un entorno académico, donde el acceso rápido a la información relevante puede influir en el impacto y las citas de una publicación.

Para el cumplimiento de normativas y estándares, el uso de estándares como Dublin Core es vital para garantizar que los metadatos sean consistentes y precisos. Las revistas deben asegurarse de que sus metadatos cumplan con estos estándares para facilitar su integración en sistemas de indización como Dialnet y OpenAIRE (Pantaleo, 2024). Esto no solo mejora la calidad de la información presentada, sino que también asegura que sea interoperable con otros sistemas, aumentando así su alcance.

Herramientas como MetaMetrics permiten a los editores una validación y corrección continua al evaluar la calidad de los metadatos post-publicación, identificando errores y áreas de mejora (Flores Chávez, 2023b). Esta evaluación continua es esencial para mantener la integridad de los registros, evitando problemas que puedan resultar en rechazos por parte de sistemas de indización. La capacidad para corregir errores rápidamente contribuye a una mayor eficiencia en el proceso editorial.

La calidad de los metadatos también influye en el impacto de la investigación académica, en el análisis bibliométrico y la descripción bibliográfica. Una correcta aplicación de estándares permite realizar análisis más precisos sobre el impacto de las publicaciones (Flores Chávez, 2023b). Además, una mayor precisión en los metadatos puede traducirse en un aumento del número de citas, lo que es un indicador clave del impacto académico.

Metodología

En este trabajo se utiliza la metodología descriptiva donde se definen el funcionamiento de tres validadores de metadatos que permitirán mejorar la calidad de los registros en revistas en open Access, principalmente aquellas que utilizan OJS (Open Journal System). Los sistemas por describir son:

- MetaMetrics, de Biblat
- Comprobante de calidad, de Dialnet
- Validator service, de OpenAIRE|provide (OpenAIRE Validator)

Los validadores están seleccionados para trabajar con metadatos Dublin Core, proporcionados por el protocolo OAI-PMH, que normalmente todas las revistas implementadas en OJS tienen activado por *default*.

Desarrollo

MetaMetrics de Biblat

Biblat es una plataforma especializada que genera indicadores y frecuencias bibliométricas a partir de las bases de datos CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades) y PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias). Este portal está diseñado para ofrecer información sobre las características de la producción científica en América Latina y el Caribe, publicada en revistas académicas de la región (Flores Chávez, 2023b). Para cumplir con este objetivo, Biblat reúne y organiza los datos de CLASE y PERIÓDICA, bases de datos bibliográficas que contienen una representación extensa y diversa de revistas académicas de América Latina y el Caribe (más de 3,000 revistas y más de 700,000 registros bibliográficos en total). Ambas bases de datos tienen un enfoque multidisciplinario, abarcando todas las áreas del conocimiento.

Biblat ofrece los siguientes servicios:

1. Referencias bibliográficas de los artículos y documentos publicados en más de 3,000 títulos indizados en CLASE y PERIÓDICA, mediante opciones de búsqueda básica y avanzada.
2. Acceso al texto completo de los artículos publicados en revistas de acceso abierto. Biblat ofrece dos tipos de acceso al texto completo: mediante enlaces hipertextuales a los sitios web de las revistas (recursos externos) y a través de la colección del acervo digital de la Hemeroteca Virtual Latinoamericana, de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información (DGBSDI), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
3. Frecuencias e indicadores bibliométricos extraídos de las revistas indizadas en CLASE y PERIÓDICA, en las colecciones SciELO, así como de otras fuentes de información.

4. Postular una revista se describen los criterios de selección de revistas para su indización en CLASE y PERIÓDICA, que son las fuentes de información principales de Biblat.

Metametrics

MetaMetrics constituye un sistema de visualización de datos interactivo que genera informes analíticos sobre la calidad de los metadatos en publicaciones científicas. Su metodología de evaluación se fundamenta en tres características fundamentales identificadas mediante investigaciones precedentes: suficiencia, precisión y consistencia (Flores Chávez, 2023b). La herramienta ejecuta un proceso de validación de metadatos a nivel de artículo en revistas que utilizan la plataforma OJS. Su marco metodológico se sustenta en el Manual de indización en OJS: Buenas prácticas para la región latinoamericana (Flores Chávez, 2023a), documento que establece los lineamientos estandarizados para la gestión de publicaciones científicas en América Latina y el Caribe.

La validación implementada por MetaMetrics abarca tres dimensiones fundamentales de análisis (ver figura 1):

1. Suficiencia. Evalúa la integridad de los registros bibliográficos contemplando, tanto los metadatos de la revista, como de cada documento individual. Este criterio incluye la verificación de la información institucional de los autores, garantizando la completitud de los datos esenciales.
2. Consistencia. Examina la conformidad de los metadatos con las normativas establecidas en el Manual de indización en OJS: Buenas prácticas para la región latinoamericana. Esta evaluación comprende tres aspectos:

- Normas ortográficas
- Sintaxis (estructura, tipo y formato de datos)
- Semántica (adherencia a valores predefinidos en campos específicos)

3. Precisión. Verifica la exactitud y funcionalidad de los datos mediante:

- Correspondencia entre los datos de la revista y los registros del portal ISSN.
- Especificación adecuada de los idiomas de publicación.
- Verificación de la resolución correcta de identificadores persistentes. Comprobación de la funcionalidad de enlaces a textos completos.

Figura 1. Elementos que son considerados en la validación de metadatos

Validación de metadatos							
Suficiencia Existencia de un mínimo de campos bibliográficos			Consistencia Apego al Manual de Indización en OJS			Precisión Datos correctamente identificados	
<ul style="list-style-type: none"> • Título de la revista • ISSN • Límite editorial • País • Idioma de publicación • Idioma principal 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Contenido • Afiliación 	<ul style="list-style-type: none"> • Título del documento • Título • Edición • Resumen • Resumen extendido • Palabras clave • Palabras clave secundarias • Idioma • Idioma principal • Idioma secundario • Idioma de publicación • Idioma principal • ISSN 	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben utilizar mayúsculas y minúsculas • Las siglas y abreviaturas solo se permiten en títulos y resúmenes • No se permiten caracteres especiales en títulos, palabras clave, palabras clave secundarias ni en resúmenes 	<ul style="list-style-type: none"> • Los idiomas secundarios • La estructura al formato AAAA • Formato OJS (autor) (tit) (año) (vol) (núm) (página) • Formato OJS (año) (vol) (núm) (página) • En general no contar con campos de lenguaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe declarar la licencia Creative Commons como estándar a la hora de "Reservar derechos de autor" o "Copyright" 	<ul style="list-style-type: none"> • Título e ISSN del OJS debe coincidir con los registrados en el Portal ISSN • El registro en el Portal ISSN debe incluir la entidad cultural de la revista, el URL, el año, vol y el país • El OJS debe identificar los idiomas de publicación que incluye la revista y el idioma principal 	<ul style="list-style-type: none"> • Los OJS de los documentos deben estar registrados correctamente • Los OJS de los documentos deben estar correctamente • Los OJS de los artículos deben estar correctamente • Los artículos de texto completo deben estar correctamente • Los artículos de texto completo deben estar correctamente

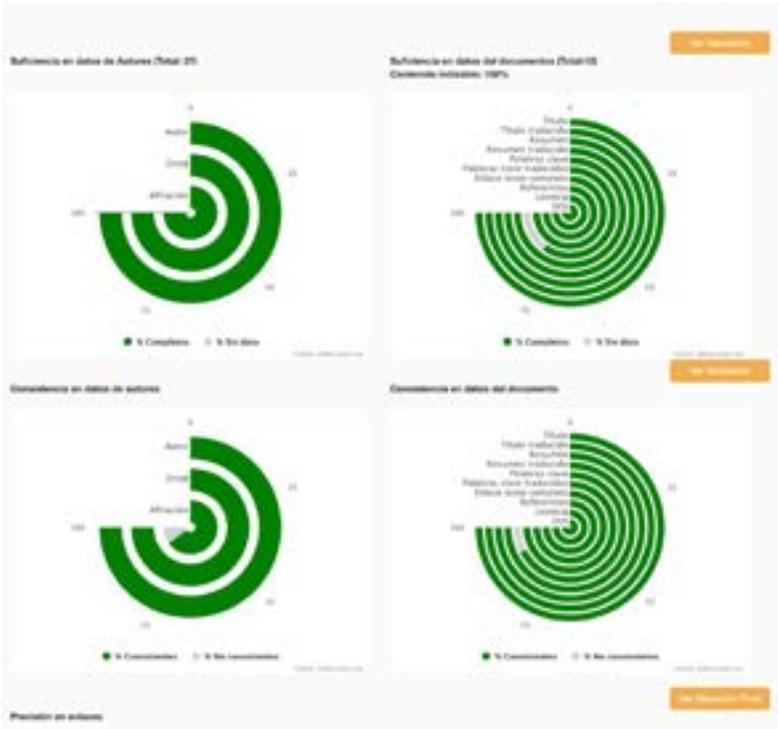
Fuente: <https://biblat.unam.mx/en/sobre-metametrics>

MetaMetrics es una herramienta especializada que identifica y analiza errores de catalogación e indización presentes en los registros del OJS. Para realizar la evaluación de su publicación, puede acceder a través del siguiente enlace institucional: <https://biblat.unam.mx/en/metametrics>

El proceso de validación se efectúa mediante el análisis de la URL del Identificador de Archivo Abierto (OAI) de la publicación periódica. La evaluación contempla dos dimensiones temporales: los tres fascículos más

recientes y una muestra histórica que abarca hasta once años retrospectivos. Los resultados se representan gráficamente mediante la visualización de los tres criterios fundamentales de evaluación: suficiencia, consistencia y precisión. Estos parámetros proporcionan una valoración integral de la calidad y rigurosidad de la publicación (ver figuras 2 y 3).

Figura 2. Gráficos resultantes de la evaluación de suficiencia y consistencia



Fuente: MetaMetrics

Figura 3. Gráficos resultantes de la evaluación de precisión



Fuente: MetaMetrics

Los resultados derivados de la validación de la calidad de los metadatos de su publicación constituyen una valiosa herramienta de mejora continua, independientemente de su intención de indexación en Biblat. MetaMetrics se posiciona como un instrumento de evaluación que identifica las áreas de oportunidad específicas relacionadas con la calidad de los metadatos. Su utilidad trasciende la evaluación única, ya que puede implementarse como una herramienta de verificación sistemática para cada nuevo fascículo publicado, permitiendo mantener y elevar los estándares de calidad de la revista de manera consistente.

Dialnet

Dialnet surgió en 1999 como una iniciativa conjunta de la Biblioteca y el Servicio Informático, de la Universidad de La Rioja (Dialnet, 2020). Si bien su propósito inicial se centró en la emisión de alertas informativas sobre contenidos de revistas científicas, en la actualidad se ha consolidado como uno de los portales bibliográficos más relevantes a nivel mundial, con especial énfasis en la difusión y visibilidad de la literatura científica hispana.

Este sistema se ha posicionado como una herramienta fundamental para la recuperación de información académica de calidad, con particular fortaleza en las áreas de ciencias humanas, jurídicas y sociales. Como proyecto colaborativo, Dialnet integra diversos recursos y servicios documentales que incluyen:

- Base de datos de contenidos científicos hispanos
- Sistema de alertas bibliográficas
- Hemeroteca virtual
- Repositorio de acceso a literatura científica hispana a texto completo

Adhiriéndose a los principios del movimiento Open Access, Dialnet mantiene un firme compromiso con el acceso libre y gratuito al conocimiento científico, facilitando la democratización de la información académica en el ámbito hispanohablante. Su misión fundamental se centra en potenciar la difusión, visibilidad y accesibilidad de la producción científica hispana, priorizando el paradigma del acceso libre al conocimiento académico. Como proyecto de colaboración bibliotecaria inclusivo, Dialnet mantiene una política de puertas abiertas para la participación de instituciones bibliotecarias que compartan su visión. Esta iniciativa colaborativa tiene

como propósito fundamental la optimización de recursos y servicios de alta calidad, beneficiando a múltiples actores del ecosistema académico:

- Usuarios finales
- Bibliotecas participantes
- Autores académicos
- Editores de publicaciones científicas

En su fase actual de desarrollo, Dialnet ha establecido prioridades técnicas específicas:

- La incorporación preferente de revistas gestionadas mediante OJS.
- La implementación del protocolo OAI-PMH (Open Archives Initiative-Protocol for Metadata Harvesting) para la transmisión eficiente de metadatos en entornos digitales.

Comprobante de calidad de Dialnet

El Comprobador de calidad es una herramienta desarrollada por Dialnet para verificar la integridad y precisión de los metadatos expuestos, a través del protocolo OAI. Este instrumento de validación examina exhaustivamente la completitud de los metadatos ingresados en el OJS. La implementación de esta herramienta surge como respuesta al incremento significativo de publicaciones electrónicas y a la detección sistemática de inconsistencias en el registro de metadatos, que frecuentemente presentaban deficiencias o estaban incompletos. Como medida preventiva, Dialnet pone a disposición de los editores este recurso de verificación, permitiéndoles validar la calidad de sus metadatos antes de iniciar el proceso de indización en su plataforma.

El procedimiento de validación comprende los siguientes pasos:

1. Registro previo de una cuenta en Dialnet
2. Acceso al formulario de solicitud de informe mediante el enlace: [\(Dialnet, 2020\)](#)
3. Inserción de la URL del OAI de la revista
4. Procesamiento automático de la información
5. Recepción del informe de validación vía correo electrónico

Este proceso automatizado genera, en cuestión de segundos, un análisis detallado que se envía directamente al correo electrónico del usuario solicitante. A diferencia de MetaMetrics, este validador se centra específicamente en verificar la presencia de información en los campos de metadatos, sin evaluar la calidad o precisión de los datos ingresados. No obstante, constituye una herramienta eficaz para garantizar la completitud de los registros bibliográficos.

El informe de validación categoriza las incidencias detectadas en tres niveles de gravedad (ver figuras 4 y 5):

1. Errores de gravedad alta (señalados en rojo):
 - Requieren corrección obligatoria para la indización en Dialnet.
 - Su resolución es fundamental, incluso para revistas sin intención de indización.
 - Representan omisiones o errores críticos en los metadatos.
2. Errores de gravedad media (señalados en color amarillo claro):
 - Requieren revisión por posibles inconsistencias.
 - Incluyen casos como:
 - Apellidos inusualmente cortos.
 - Referencias bibliográficas de extensión atípica.

- Pueden constituir falsos positivos que requieren verificación manual.

3. Errores de gravedad baja:

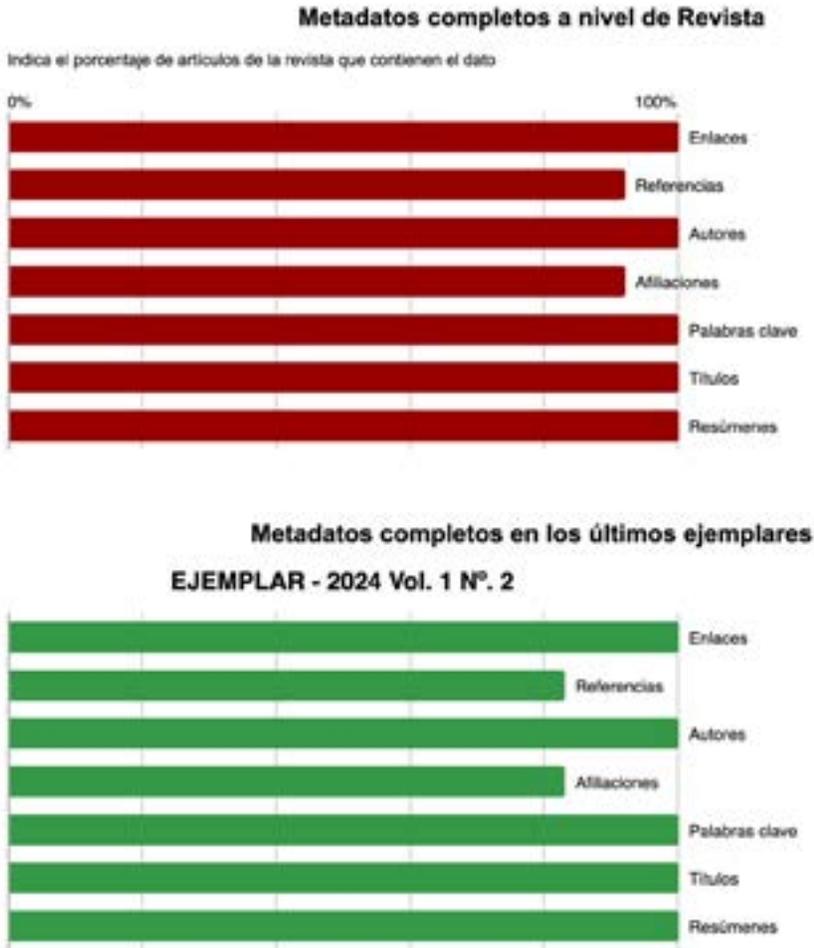
- Sujetos a consideración editorial.
- Pueden reflejar particularidades legítimas de la publicación.
- Su omisión queda a criterio del editor, según las características específicas de la revista.

Figura 4. Informe general de comprobante de calidad de Dianet



Fuente: Dialnet

Figura 5. Ejemplo de reporte del comprobante de calidad de Dialnet



Fuente: Dialnet

Validator service de OpenAIRE PROVIDE

OpenAIRE PROVIDE constituye el servicio de acceso a contenidos de OpenAIRE, una plataforma que facilita la integración de contenido académico con el ecosistema de OpenAIRE y la Nube europea de ciencia

abierta (EOSC). Este servicio permite que diversos recursos académicos—incluyendo repositorios, archivos de datos, revistas científicas, agregadores y sistemas CRIS—, sean accesibles para una amplia gama de usuarios, desde investigadores y centros de investigación, hasta organismos financiadores, responsables de políticas públicas y ciudadanos (OpenAIRE, s.f.). La plataforma se distingue por minimizar las barreras tecnológicas mediante múltiples opciones de integración, proporcionando una interfaz visual para acceder a los servicios de recolección de datos de OpenAIRE. El proceso de integración se desarrolla en cuatro fases fundamentales:

1. Validación. Evaluación de las fuentes de datos mediante el Validador de OpenAIRE para asegurar su conformidad con las directrices establecidas.

2. Registro. Incorporación de las fuentes de datos en OpenAIRE y redes globales asociadas, facilitando:

- a. Enlaces para minería de texto y datos
- b. Visualización del historial de validaciones
- c. Monitoreo del estado de recolección

3. Enriquecimiento. Optimización de los metadatos descriptivos de las fuentes de datos mediante el Broker de OpenAIRE, incluyendo:

- d. Sistema de suscripción a notificaciones
- e. Actualización y mejora de metadatos
- f. Perfeccionamiento del contenido

4. Análisis estadístico. Implementación del servicio OpenAIRE Usage Counts para:

- g. Generar estadísticas de uso agregadas
- h. Proporcionar métricas compatibles con COUNTER
- i. Monitorear vistas de metadatos y descargas de texto completo

j. Evaluar el impacto de la investigación abierta

Este sistema integral facilita la democratización del conocimiento científico y fortalece la infraestructura de la ciencia abierta europea.

OpenAIREValidator

La herramienta OpenAIREValidator ejecuta verificaciones sistemáticas en dos niveles fundamentales: la implementación del protocolo OAI-PMH y la conformidad de los metadatos con los esquemas específicos establecidos. Este instrumento se fundamenta en un sistema basado en reglas que incorpora en un panel de administración, permitiendo a los usuarios configurar, tanto reglas individuales de validación, como conjuntos de estas, los cuales implementan las directrices establecidas.

El servicio de validación de OpenAIRE facilita la evaluación de compatibilidad entre las fuentes de datos y las directrices OpenAIRE. Una vez que la validación resulta exitosa, la fuente de datos puede ser registrada para su agregación e indexación periódica en el sistema OpenAIRE, garantizando así la integración efectiva de los recursos en la infraestructura de ciencia abierta. Esta reformulación mantiene la precisión técnica mientras mejora la claridad y el flujo del texto, utilizando un lenguaje más formal y estructurado que es apropiado para un contexto académico (OpenAIRE, *s/f*).

Para validar los metadatos de una revista, el primer paso es tener una cuenta de OpenAire (<https://www.openaire.eu/>) y, posteriormente, ingresar al OpenAIRE PROVIDE *dashboard*, el cual tiene básicamente dos servicios: registrar (revista, repositorio, etcétera.) y validar (ver figura 6).

Figura 6. Menú de OpenAIRE|PROVIDE



Fuente: OpenAIRE

Proceso de validación de metadatos en OpenAIRE

La validación de metadatos de una revista científica requiere, como paso inicial, la creación de una cuenta en la plataforma OpenAIRE (<https://www.openaire.eu/>). Posteriormente, se debe acceder al panel de control OpenAIRE PROVIDE, que ofrece dos funcionalidades principales:

Para el proceso de registro se recomienda enfáticamente iniciar con el registro de la revista antes de proceder a la validación. Este procedimiento no solo permite la incorporación de metadatos en la base de datos OpenAIRE, sino que también proporciona acceso a un panel de control con información estadística detallada de la publicación. El proceso de registro se caracteriza por su simplicidad: basta con seleccionar la categoría «JOURNAL» y completar la información solicitada en el formulario correspondiente.

Para iniciar la validación, se deben seguir estos pasos específicos:

1. Seleccionar la opción «Literature repository», que constituye la categoría más apropiada para publicaciones periódicas.
2. Identificar la revista en el directorio de publicaciones registradas. Aunque existe la posibilidad de registrar una nueva publicación durante este proceso, se recomienda realizar el registro previo para optimizar el aprovechamiento de las funcionalidades estadísticas y garantizar la disponibilidad de los metadatos en la base de datos OpenAIRE.
3. Seleccionar la versión de OpenAIRE. El sistema presenta múltiples opciones de versiones (ver figura 7). Se recomienda optar por:
 - La versión más reciente disponible
 - La versión específica del complemento OpenAIRE implementado en el sistema OJS de la revista.

Figura 7. Selección de la versión de OpenAIRE

Run compatibility test



The screenshot shows a web interface for running a compatibility test. At the top, there is a progress bar with four steps: 1. Select datasets..., 2. Select guid..., 3. Select param..., and 4. Finish. Below this, there is a list of radio button options for selecting an OpenAIRE version. The second option, 'OpenAIRE For Literature Repositories (OpenAIRE 2.0)', is selected. Below the list, there is a link that says '+ Show Consent and Usage Rules'.

Fuente: OpenAIRE

Una vez completada la identificación de la revista en el sistema, la plataforma solicitará la especificación de los *sets* que serán sometidos al proceso de validación. Los *sets* corresponden fundamentalmente a las secciones configuradas en el sistema OJS de la revista (ver figura 8).

Para una validación exhaustiva, se recomienda seleccionar la opción «All sets», lo cual garantiza una evaluación integral de todas las secciones de la publicación. Esta aproximación comprensiva permite asegurar la correcta implementación de los estándares de metadatos en la totalidad de la estructura de la revista.

Figura 8. Selección del set del OAI de la revista



Fuente: OpenAIRE

Al concluir el proceso de validación, el sistema ofrece dos mecanismos complementarios para acceder a los resultados. En primer lugar, genera una notificación automática por correo electrónico que contiene el informe detallado. Adicionalmente, proporciona acceso inmediato a través de la sección «Validation History», donde se mantiene un registro cronológico de todas las validaciones efectuadas (ver figura 9).

Figura 9. Resultados de las validaciones en ValidatorOpenAIRE

REPOSITORY	VALIDATION TYPE	STATUS	SCORE	STARTED	GUIDELINE	ACTIONS
https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/revistas/oa	OAI Content OAI Usage	Finished Finished	82 80	2024-11-05 03:38:39	For Literature Repositories (2.0)	View Results > Resubmit job >
https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/revistas/oa	OAI Content OAI Usage	Finished Finished	82 80	2024-11-05 03:23:41	For Literature Repositories (2.0)	View Results > Resubmit job >
https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/revistas/oa	OAI Content OAI Usage	Finished Finished	91 89	2024-11-05 03:21:24	For Literature Repositories (2.0)	View Results > Resubmit job >
https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/revistas/oa	OAI Content OAI Usage	Finished Finished	92 91	2024-11-05 03:20:54	For Literature Repositories (2.0)	View Results > Resubmit job >

Fuente: OpenAIRE

Para examinar los resultados específicos, el usuario debe seleccionar la opción «View Results». Esta acción despliega un análisis preliminar que abarca los elementos fundamentales de la guía OpenAIRE para contenidos, la implementación del protocolo OAI y la conformidad con el estándar Dublin Core (ver figura 10).

Figura 10. Resumen general de los resultados de ValidatorOpenAIRE



Fuente: OpenAIRE

Interpretación de la evaluación. El sistema presenta un desglose detallado que comprende diversos elementos de evaluación. Cada aspecto analizado incluye las reglas de validación aplicadas, acompañadas de una descripción específica del criterio evaluado. Asimismo, se asigna una puntuación numérica y se contabiliza la cantidad de registros afectados por cada regla. Para facilitar la interpretación del estado de cumplimiento, el sistema implementa un código de colores intuitivo. Los elementos marcados en verde indican reglas cumplidas satisfactoriamente. Aquellos señalados en amarillo representan advertencias que requieren atención, mientras que los marcados en rojo identifican errores que demandan corrección inmediata (ver figura 11).

Figura 11. Resultados a detalle del ValidatorOpenAIRE

RULE NAME	RULE DESCRIPTION	RULE WEIGHT	# OF RECORDS	STATUS
Field Access Level (M)	Use terms from the info:repe:Access-Terms vocabulary. View guideline	5	0/14	 View Errors
Field Alternative Identifier (R)	List alternative identifiers for this publication that are not the primary identifier (repository splash page), e.g., the DOI of publisher's version, the PubMed article ID. View guideline	5	0/14	 View Warnings
Field Audience (R)	A class of entity may be determined by the creator or the publisher or by a third party. View guideline	2	0/14	 View Warnings
Field Contributor (R)	Examples of contributors are a supervisor, editor, technician or data collector. The DC element "contributor" describes the scientist(s) that has/have made contributions to the given scientific output, not as a primary creator or (commercial) publisher. View guideline	2	0/14	 View Warnings
Field Creator (M)	Use inverted name, so the syntax will be the following: "surname", "initials" ("first name") "prefix". View guideline	4	14/14	

Fuente: OpenAIRE

El sistema presenta cada criterio de evaluación en filas independientes, donde cada una incluye una descripción detallada de la regla aplicada y un enlace a la documentación completa de la guía. En los casos donde se detectan errores o advertencias, el sistema proporciona enlaces adicionales para examinar los detalles específicos. Al acceder a estos enlaces, se despliega un listado específico de los registros que no cumplen con el criterio evaluado (ver figura 12).

Figura 12. Elementos que presentan algún error en ValidatorOpenAIRE



Fuente: OpenAIRE

La implementación de esta herramienta de validación representa un instrumento fundamental para garantizar la conformidad de los metadatos con los estándares europeos de publicación académica. Se recomienda enfáticamente la utilización del plugin OpenAIRE para OJS, el cual facilita la conversión automatizada de los metadatos al formato requerido por OpenAIRE.

La adopción de estos estándares ofrece beneficios significativos para las publicaciones académicas. Principalmente, asegura la visibilidad internacio-

nal de la revista a través de la infraestructura de OpenAIRE; mientras que, simultáneamente, fortalece su posición académica mediante el cumplimiento de estándares internacionales reconocidos. Esta adherencia a estándares rigurosos no solo mejora la accesibilidad de la publicación, sino que también contribuye a su credibilidad y relevancia en el ámbito académico global.

Conclusiones

La gestión rigurosa de metadatos ha adquirido una importancia crítica en el ecosistema actual de publicaciones científicas, puesto que estos elementos informativos son fundamentales para la interoperabilidad de diversos identificadores digitales. Los metadatos constituyen la base estructural de identificadores como DOI (Digital Object Identifier) y ORCID (Open Researcher and Contributor ID), facilitando la identificación y recuperación precisa de contenidos académicos y autorías.

La implementación de herramientas especializadas como MetaMetrics; el Comprobador de calidad, de Dialnet, y el Validator Service, de OpenAIRE, proporciona un marco sistemático para garantizar:

- La completitud de los registros bibliográficos.
- La precisión en el ingreso de datos.
- La visibilidad óptima en sistemas de información académica.

Estos instrumentos de validación representan un avance significativo en el control de calidad de metadatos, facilitando la supervisión sistemática de la información bibliográfica, el cumplimiento de estándares internacionales, la optimización de procesos de indización y la integración eficiente con sistemas agregadores de contenido académico.

En conclusión, la implementación de un sistema robusto de control de metadatos constituye una práctica fundamental que fortalece, tanto la

calidad, como la transparencia de las publicaciones científicas. Esta gestión meticulosa no solo mejora la visibilidad de la producción académica, sino que también contribuye significativamente a la integridad y accesibilidad del conocimiento científico en el entorno digital.

La calidad de los metadatos es un componente crítico para el éxito y la sostenibilidad de las revistas científicas. Asegurar que estos datos sean completos, precisos y cumplan con normativas establecidas no solo mejora la visibilidad y la accesibilidad del contenido, sino que también refuerza la credibilidad académica y facilita una mejor gestión del conocimiento. Las herramientas disponibles para evaluar y mejorar la calidad de los metadatos, como MetaMetrics, el validador de calidad, de Dialnet; o el Validator, de OpenAIRE, son recursos valiosos para editores en el ámbito académico, para garantizar la calidad de sus revistas.

Referencias

- CENTRO Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). (2023). *Buenas prácticas en el registro de metadatos para las revistas científicas*. CAICYT–CONICET. <http://www.caicyt-conicet.gov.ar/sitio/buenas-practicas-en-el-registro-de-metadatos-para-las-revistas-cientificas/>
- DIALNET. (2020). *Nueva herramienta para comprobar la calidad editorial en revistas editadas en OJS*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/noticia?codigo=246>
- FLORES Chávez, M. A. (2023a). Manual de indización en OJS: buenas prácticas para la región latinoamericana (2a ed.). UNAM. https://bi-lat.unam.mx/archivos/pdf/manual_indizacion_ojs_2ed.pdf
- FLORES Chávez, M. A. (2023b). MetaMetrics: Prototipo de visualización de la calidad de los metadatos en revistas científicas latinoamericanas publicadas en Open Journal System. *Biblioteca Universitaria*, 26(1). <https://doi.org/10.22201/dgbsdi.0187750xp.2023.1.1466>
- OPENAIRE. (s.f.). *Provide—How to validate and register your repository*. OpenAIRE. <https://www.openaire.eu/validator-registration-guide>
- PANTALEO, P. (2024). *Informes Dialnet de Calidad para Revistas Académicas con Protocolo OAI-PMH. 4 puntos a tener en cuenta*. <https://doi.org/10.62059/paideia.studio.15948>

DIVULGACIÓN PARTICIPATIVA DE LA CIENCIA: LA CONSTRUCCIÓN DE COMUNIDADES DE APRENDIZAJE

MIGUEL GARCÍA GUERRERO
FIORELLA SILVEIRA

Introducción

Vivimos en una sociedad red. Cuando ocurre cualquier evento relevante, sea político, artístico, deportivo o científico, los memes empiezan a circular en cuestión de minutos por plataformas como Instagram, Facebook y WhatsApp. Su gracia nos divierte y motiva a compartir, inundando gran parte de nuestras vidas. Pero los memes van más allá de imágenes o videos graciosos que se reproducen sin parar en Internet, son un ejemplo del poder de las ideas. El concepto nació con el biólogo Richard Dawkins, en su libro *El gen egoísta*, como un paralelismo con el mundo biológico.

Los genes portan las características de un organismo, le brindan condiciones para competir con otros seres vivos y tratar de prevalecer y reproducirse. Para Dawkins la competencia en la evolución no se lleva a cabo entre seres vivos, sino entre los genes que los moldean. De forma semejante, un meme es una idea que se mete en la cabeza de alguien y, si resulta exitoso, la persona la comparte con otras que, a su vez, la vuelven a reproducir. Este comportamiento es tan viejo como la humanidad misma, pero se ha acelerado con la aparición de Internet y las redes sociales.

Así, alguien puede compartir una imagen que le encanta a muchas personas que, a su vez, la replican y multiplican su alcance. Esto es semejante a lo que ocurre con un virus que infecta a alguien: secuestra la «maquinaria» de sus células y empieza a crear copias de sí mismo que pueden contagiar a más individuos. Por eso hablamos de viralizar y el peligro de esta multiplicación es que la información que lleva un meme no tiene que

ser cierta: basta con que seduzca a suficientes personas para que le dé la vuelta al mundo.

Desinfodemia y reto de educación en toda la vida ante cambio constante

Durante la pandemia por COVID-19, a nivel global, circuló información engañosa que puso en riesgo la salud de la población e incluso costó miles de vidas. La información falsa que circula en Internet con el propósito deliberado de engañar a las personas se denomina «desinfodemia». Para combatirla, algunos organismos internacionales han emprendido acciones, como campañas enfocadas en desarrollar narrativas contrarias, que lleven a las personas a cuestionar el contenido de estas noticias.

La reflexión crítica frente a lo que vemos y escuchamos es un punto clave para tomar postura en temas que implican la toma de decisiones. Esto no solo ocurre en contextos de crisis, la dinámica del mundo en el que vivimos hace que nos enfrentemos a cambios constantes para los que debemos de estar preparados. Todos los días debemos tomar decisiones en las que el conocimiento juega un papel fundamental: no es que la ciencia vaya a elegir por nosotros, sino que nos brinda elementos para ejercer un criterio informado.

La educación contribuye a formar ciudadanos críticos, a través de la promoción de espacios para conversar y reflexionar sobre temas como la salud, el bienestar, el avance de la tecnología, entre otros. Estos espacios se pueden promover en los diferentes ámbitos de la educación (formal, no formal e informal), haciendo que la información llegue a más personas. Los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología son ejemplos de esos espacios; allí los visitantes pueden participar de actividades en formatos variados (exhibiciones temáticas, talleres, demostraciones, etcétera) donde son invitados a ejercitar el pensamiento crítico y reflexivo a través de las consignas que se proponen.

Estos espacios son maravillosos para acercar al público a la ciencia, como forma de entender el mundo, pero, desafortunadamente, no todo el mundo tiene acceso a ellos. Por otro lado, la pandemia hizo evidente que muchas personas están más expuestas a fuentes de información distorsionada o falsa, sobre todo en redes sociales, que a espacios que les ofrezcan un panorama verificable del tema que se aborda.

Equidad en la formación científica

Disminuir las brechas existentes (de oportunidades, de género, digital, entre otras) es un punto clave en todos los proyectos que tengan como foco mejorar la educación de las personas. Alcanzar la equidad debería ser la primera meta de las políticas educativas, promoviendo espacios para que las comunidades más desfavorecidas puedan sentirse parte de la sociedad del conocimiento. Esto último abarca a todas las áreas de la actividad humana, en particular a la ciencia y la tecnología, en donde la información avanza a pasos agigantados. Muchas personas no disponen de las herramientas necesarias para comprender el alcance de la misma. Un ejemplo de esto último es el avance exponencial que está teniendo el área de la Inteligencia Artificial.

La desigualdad trae como consecuencia que no todas las personas cuentan con los medios necesarios para recibir una educación científica de calidad. Algunas limitaciones están dadas por las carencias de las propias instituciones educativas (falta de infraestructura, de recursos didácticos y de capital humano, entre otros). Otras personas ni siquiera tienen la posibilidad de concurrir a una institución educativa formal a lo largo de su vida. Tampoco de visitar espacios educativos no formales en los que se divulguen conocimientos científicos y tecnológicos.

Entendemos que una formación científica equitativa es aquella en la que todas las personas gozan del acceso a los recursos para que el acto

educativo tenga lugar. Es accesible y adaptada a sus contextos. Se co–construye como parte de la cultura y tiene en cuenta los intereses y las necesidades de las personas. Por eso, todo esfuerzo que se haga para promover el acercamiento de las personas a los museos y centros educativos de ciencia seguramente redundará en beneficio de disminuir las brechas existentes.

Personas en situaciones vulnerables

De acuerdo con Pizarro (2001) el concepto de vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. Por un lado, está la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida, a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económico–social de carácter traumático. Por otro lado, el manejo de recursos y estrategias que utilizan las comunidades, familias e individuos para enfrentar los efectos de ese evento.

Entre los grupos en situación de vulnerabilidad se encuentra un segmento que ha cobrado especial importancia en las últimas décadas: los migrantes. Estas personas son generalmente desplazadas por crisis políticas, económicas y sociales que ocurren en sus países de origen. Muchas veces están motivados a migrar en búsqueda de mejores oportunidades laborales.

Latinoamérica es la región que actualmente registra los mayores flujos migratorios en el mundo, y los movimientos continuarán. De acuerdo con especialistas del Banco Mundial es necesario estar abiertos a los cambios que esto supone. La percepción que se tiene de los migrantes deberá cambiar para que se puedan integrar a la población de acogida. Una interacción positiva entre un migrante y un local ayudará a cambiar la idea que tiene uno del otro. Involucrar a la población migrante en iniciativas de divulgación científica podría ser un camino para que se sientan acogidos. Compartir información de científicos de los diferentes países, sus áreas de investigación, sus desarrollos, entre otros, sería un camino para acercar

culturas. Esto, a la vez, habilitaría a las personas a entrar en contacto con los avances científicos de los países.

Modalidades de educación: formal, no formal y al azar (informal)

En el presente trabajo abordamos el concepto de educación desde una perspectiva amplia: el conjunto de procesos que nos permiten construir conocimientos sobre nuestra realidad y desarrollar habilidades para enfrentar los desafíos en nuestro entorno. No se trata de algo que empiece y termine con la escuela, aunque esta representa una parte muy relevante, sino que impregna todos los aspectos de la vida.

Pastor Homs (2001) detalla el recorrido histórico que llevó a la distinción entre tres modalidades educativas: informal, no formal y formal. Cabe destacar que, aunque en términos lingüísticos los dos primeros términos resultan equivalentes, en educación hay una clara diferencia entre estos conceptos. A continuación, buscaremos establecer claramente el marco conceptual de las modalidades de educación.

Para empezar, debemos reconocer que, incluso sin que medie ninguna preparación o planeación, nuestras experiencias cotidianas nos brindan aprendizajes: desde quemarnos al tocar algún objeto caliente en la estufa, hasta acostumbrarnos a manejar una nueva aplicación en el celular, las vivencias aparentemente triviales nos ayudan a familiarizarnos con la realidad. La educación informal es la modalidad que incluye el sinfín de aprendizajes que ocurren de forma azarosa, por accidente, al imitar el comportamiento de las personas que nos rodean o por «prueba y error». Se puede afirmar que es una modalidad educativa que ocurre de inicio a fin de nuestras vidas, brindando elementos que le dan sentido a todo lo que podemos aprender en las otras dos.

En segundo lugar, entra en juego el conjunto de esfuerzos planeados para intentar que aprendamos algo: pueden ser nuestros papás, enseñándonos

a ir al baño; las autoridades viales, tratando que respetemos los límites de velocidad al conducir, o la Coca-Cola, convenciéndonos de que vende la chispa de la vida (digo, no todo es para las fuerzas del bien). Ah, pero no puede faltar la labor de museos, revistas o, incluso, canales de redes sociales, que buscan ayudar a que las personas se interesen y aprendan de diferentes temas. Justo aquí aparece en escena la labor de divulgación científica, como esfuerzo por acercar al público no especializado a la ciencia y la tecnología. La educación no formal contempla actividades organizadas y sistemáticas que se llevan a cabo con el objetivo de facilitar aprendizajes en grupos específicos de la población (Unesco citado por Pastor Homs, 2001). La clave aquí es que alguien debe haber planeado un proceso educativo en el que se busca involucrar a las personas, sin que haya requisitos previos para poder acceder a un proceso particular. Ningún canal te pide que pruebes que viste un video anterior de YouTube para poder acceder al más nuevo.

Finalmente, encontramos la modalidad más visible de las tres: la educación formal. Es lo que encontramos en las escuelas: un sistema institucionalizado, con una secuencia cronológica y estructura jerárquica. Hay un respaldo de fondo por parte de organismos gubernamentales que certifican la labor escolar, con grados que se deben cursar en un orden específico y que llevan a acceder a diferentes niveles (preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, universidad).

El análisis educativo otorga una relevancia enorme a los procesos formales, pero esto deja de lado que pasamos la mayor parte de nuestras vidas fuera de la escuela y que las cosas que vemos ahí tienen poco sentido sin el respaldo de las experiencias cotidianas, vinculadas con la educación informal. Lo ideal es que exista un sólido complemento entre las tres modalidades de educación, para dar fuerza a lo que se aprende en cada una y preparar a las personas para aprender a lo largo de toda la vida. Para más claridad, les dejamos un ejemplo:

Salimos de bañarnos y, mientras aún estamos mojados, es notoria la sensación de frío en la piel. En cuanto pasamos la toalla por nuestro cuerpo, retirando el agua, se desvanece el fenómeno de pérdida de calor y ya no tenemos «frío». Todos hemos experimentado esto, es algo que empíricamente conocemos, pero pocos indagan para saber qué pasa. Las moléculas de agua, como las de todas las sustancias, están en constante movimiento: entre más se mueven, mayor es su temperatura. Pero no todas tienen la misma energía, hay pequeñas variaciones entre unas y otras. El aire a su alrededor también está en constante movimiento y choca con la superficie del agua. Cuando una molécula de aire impacta a otra de agua, le transfiere energía, que la hace moverse más rápido; en algunos casos esto es suficiente para que se desprenda del agua y salte al aire (se evapora). La clave aquí es que las moléculas que se van son las de más energía: se evapora el agua más caliente, quedando la de temperatura más baja. Por eso sentimos frío cuando tenemos la piel mojada.

Aquí podemos encontrar un ejemplo sencillo del cruce que necesitan las personas para entender situaciones de su vida. Hay una experiencia que nadie planeó, pero que puede estimular nuestra curiosidad o demandar cierta comprensión para resolver un problema. La escuela nos da bases para entender conceptos como temperatura, energía, moléculas y evaporación, pero no necesariamente los articula para cosas tan específicas. Hay situaciones, como una exposición de museo, un taller recreativo, un video en YouTube o el capítulo en sus manos, en las que alguien planea una estrategia para ayudarnos a entender el tema en cuestión. Para que las personas logren comprender su realidad, en diferentes temas y niveles, es importante articular las tres modalidades de educación.

Y en el ámbito de la ciencia y tecnología, con la necesidad de preparar a las personas para un mundo en el que la única constante es el cambio, crece la relevancia de la comunicación pública de la ciencia como agente de educación no formal.

La comunicación pública de la ciencia y tecnología

El avance de la ciencia moderna logra conocimientos cada vez más profundos sobre los fenómenos a nuestro alrededor y, por eso, para establecer una comunicación eficiente entre expertos de un campo, se han establecido códigos muy especializados, incomprensibles para la mayoría de las personas. Lo que se gana para facilitar la difusión (comunicación entre colegas de una disciplina), se pierde con el resto de las personas.

Aquí aparece la necesidad de la comunicación pública de la ciencia y tecnología (CPCT), que incluye lo que también se conoce como divulgación, para recontextualizar diferentes aspectos de la ciencia y tecnología, de forma que resulten pertinentes para sectores sociales específicos. Esto implica seleccionar, redirigir y adaptar conocimientos producidos en el ámbito especializado para que cumplan funciones distintas para una comunidad particular (Alcíbar, 2004).

Divulgar la ciencia requiere de un proceso de comunicación en el que el eje principal está en el sector del público al que nos vamos a dirigir. Es lo primero que debemos de tomar en cuenta. No existe tal cosa como el público en general (Burns *et al.*, 2003), querer adecuarnos a todos implica no adecuarse para nadie. A partir de la claridad sobre a quién nos dirigimos, podemos establecer objetivos para delinear estrategias que contemplen los temas que deseamos abordar, la forma de participación y las narrativas que trataremos de construir con el público.

A lo largo de los últimos cuarenta años, la CPCT se ha constituido en un auténtico campo dual: con una dimensión práctica que se dedica a acercar la ciencia al público no especializado y una componente analítica que estudia los procesos de la primera. El ideal es lograr un balance entre ambas partes (Tonda, 2008), en el que se retroalimentan mutuamente para avanzar a la par. Carece de sentido abordar una sin la otra.

Como base de nuestro abordaje de la divulgación, presentamos una

breve descripción de los principales modelos que caracterizan su práctica. Cabe destacar que no se trata de una distinción tajante, sino de esquemas generales ante una realidad que con frecuencia presenta diferentes grados de amalgama entre ellos (Lewenstein, 2011).

El modelo de déficit caracteriza iniciativas que tienen la premisa de que los problemas alrededor de la ciencia surgen por ignorancia, entonces, si logramos subsanarla, habrá una mejor aceptación que beneficiará a todos (Bubela *et al.*, 2009). Supone una brecha cognitiva entre los expertos que dominan el tema y el público, como receptor pasivo de información; así, el proceso termina siendo lineal y unidireccional, con la parte científica definiendo qué se dice y cómo se aborda.

Ante las críticas a esta primera visión, surgió una nueva perspectiva, mucho más horizontal para la CPCT: el modelo contextual, de diálogo o interactivo. Aquí se reconoce la importancia del aporte que el público brinda al proceso, retroalimentando al divulgador con sus experiencias, intereses y necesidades (Lock, 2011). Ya no se trata únicamente de qué quiere discutirse desde el lado científico; ahora se toman en cuenta a los participantes para lograr una experiencia mucho más pertinente y significativa.

Finalmente, con una visión mucho más ambiciosa y compleja, encontramos el modelo democrático (Durant, 1999), que no se centra en que las personas se enteren de los temas científicos, sino que colectivamente tomen decisiones para moldear su avance. La idea de fondo es fomentar espacios de comunicación entre los diferentes sectores sociales —incluido gobierno, investigadores, iniciativa privada y sociedad civil—, para construir una ruta que responda a las necesidades sociales.

Todo esto suena muy bien, nada mejor en una sociedad dominada por los avances de la ciencia y la tecnología que una ciudadanía activa en la materia, con la capacidad de tomar decisiones informadas. La pregunta clave es cómo lograr esto y, aunque no existe una respuesta definitiva, en el

presente documento buscamos ofrecer referentes y experiencias útiles para quienes quieran promover iniciativas valiosas de divulgación.

Desarrollo

Llega la hora de poner manos a la obra. Sin embargo, no es fácil lograr la transición de la motivación a una acción exitosa en materia de comunicación pública de la ciencia y tecnología. Una vez que sabemos el sector del público al que nos dirigimos, lo que sigue es tener claro el medio que usaremos para el proceso de divulgación y prepararnos para manejarlo de forma efectiva. Como en cualquier profesión y oficio, debemos aclarar que la práctica hace al maestro: es necesario conocer la teoría de lo que se lleva a cabo, pero solo con cientos, o miles, de horas de trabajo es posible dominar las estrategias a desarrollar.

Si damos por sentado que se tiene un dominio adecuado del medio elegido, podemos concentrarnos en el proceso de divulgación que vamos a promover. Burns *et al.* (2003) construyeron el modelo AEIOU, como un referente de las reacciones que podemos buscar con las actividades que realizamos. Compartimos una versión tropicalizada para conservar las siglas:

- *Advertir (Awareness)*. Las personas se enteran de la existencia de un tema científico particular del que pueden aprender más, si deciden hacerlo. Esto va con la visión de que las actividades de divulgación deben ser voluntarias para el público.
- *Emocionar (Enjoy)*. Se usa el deleite como eje principal que motiva la participación del público: si disfrutan lo que hacen, es más probable que se mantengan involucrados y traten de repetir la experiencia. Esto promueve un proceso estimulante, con la producción de hormonas, como dopamina y oxitocina, que refuerza el aprendizaje de los temas abordados.

- Interesar (*Interest*). Consiste en la motivación de los participantes para encontrar más información sobre el asunto que se discute. Esto puede canalizarse a la misma iniciativa de divulgación que se promueve o dejarse como incentivo para fomentar la curiosidad como motor de aprendizajes posteriores.
- Opinar (*Opinion*). Un proceso de divulgación no debe aspirar a transmitir una postura específica al público, sino a ofrecer elementos para que, con su propio criterio, las personas definan su opinión al respecto. Para los divulgadores esto puede ser especialmente complicado en situaciones de vida o muerte, como una pandemia, pero debemos considerar que resulta contraproducente intentar imponer nuestra visión a las personas.
- Ubicar (*Understand*). La última reacción que podemos buscar en el público consiste en lograr la comprensión del tema que se discute. Esto implica que tenga verdadero significado para las personas, es decir, que se ubique de forma coherente con sus experiencias y conocimientos previos.

Aunque el modelo AEIOU no está pensado explícitamente para analizarse como una secuencia, en la práctica podemos ver que cada uno de los puntos implica una mayor profundidad en el abordaje y vínculo con los participantes. Así, la propuesta funciona como una guía para planear las actividades que queremos realizar: sea como una secuencia de procesos que detonen las diferentes reacciones, o como un referente para definir los objetivos de nuestras iniciativas de divulgación.

Ahora bien, esto funciona en el contexto de actividades independientes. Si entramos en escenarios recurrentes de divulgación, como museos, festivales, clubes y otros programas periódicos, podemos considerar las seis hebras que Bell *et al.* (2009) señalan como características de los aprendices en ambientes no formales:

1. Experimentan emoción, interés y motivación para aprender sobre fenómenos del mundo físico y natural.
2. Generan, entienden, recuerdan y usan conceptos, explicaciones, argumentos, modelos y hechos relacionados con la ciencia.
3. Manipulan, prueban, exploran, predicen, cuestionan, observan y entienden el mundo físico y natural.
4. Reflexionan sobre la ciencia como una forma de saber; sobre los procesos, conceptos e instituciones científicos; así como en sus propios procesos de aprendizaje sobre los fenómenos a su alrededor.
5. Participan en actividades científicas y prácticas de aprendizaje con otros, usando lenguaje y herramientas científicos.
6. Piensan en sí mismos como aprendices científicos y desarrollan una identidad como alguien que sabe de ciencia, la usa y puede llegar a contribuir a ella.

Ahora, de la mano de la ya discutida importancia de articular las diferentes modalidades educativas, es momento de articular esta visión desde el ámbito no formal de la divulgación, con estrategias que han ganado fuerza en el ámbito escolar.

Educación STEAM y los talleres de ciencia recreativa

La educación STEAM es un enfoque didáctico que ha cobrado auge en las últimas décadas en la región latinoamericana. El origen de STEAM se remonta a los noventa, en los Estados Unidos. Fue acuñado por The National Science Foundation (NSF) y surgió como un movimiento para fomentar el interés por las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En esa época ya se vislumbraba que, en el corto plazo, no se contaría con los recursos humanos necesarios para afrontar los retos del futuro en materia de ciencia y tecnología.

En los comienzos se llamaba STEM, acrónimo de las siglas en inglés *science, technology, engineering and mathematics*. Más adelante, en el 2006, Georgette Yakman añadió las artes a este enfoque educativo. La inclusión de las artes la fundamenta en el entendido que esta área del conocimiento le imparte sensibilidad a la resolución de los problemas. Hoy en día existen nuevos enfoques, como STEAM + H (humanidades), los que han surgido con el objetivo de seguir sumando áreas del conocimiento.

Más allá de las siglas, este enfoque promueve la implementación de estrategias didácticas basadas en metodologías activas, como el Aprendizaje basado en problemas, el Aprendizaje basado en proyectos y el Aprendizaje basado en la indagación (entre otras). Es constructivista y, por ende, supone que el alumnado construye los conocimientos acompañados por el docente, quien actúa como guía del proceso. Promueve la integración disciplinar, el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades del siglo XXI (pensamiento científico, pensamiento crítico, comunicación, etcétera).

Junto con el auge en la implementación del enfoque STEAM, la literatura da cuenta de un creciente interés en investigar sobre los beneficios de ponerlo en práctica. Las bondades de esta tendencia educativa centran su atención en el fomento de las vocaciones científicas y en el desarrollo de ciertas competencias para afrontar los retos de la sociedad globalizada (Pineda, 2023).

Las estrategias que promueve el enfoque STEAM ofrecen ciertos paralelismos con la metodología de talleres de ciencia recreativa, que se desarrolló en México en la década de 1980, pero que ha tenido desarrollos independientes en otros países de América Latina. Las semejanzas consisten en la integración de teoría y práctica en las actividades, de forma que las experiencias de los participantes le den significado a los conceptos científicos que se abordan (García–Guerrero *et al.*, 2020), cediéndole el protagonismo del proceso a los participantes que asumen el rol de científicos.

El contraste de los enfoques surge en su origen y ámbito de ejecución. Mientras que la educación STEAM nació en el ámbito de la NSF, los talleres surgieron como un movimiento de abajo hacia arriba, por el interés de personas apasionadas por involucrar al público en la ciencia de forma accesible y atractiva. Las acciones versátiles en pequeña escala, pero de alto impacto, con materiales baratos y fáciles de conseguir, han llevado a caracterizarlos como una guerrilla de la comunicación de la ciencia (García–Guerrero y Lewenstein, 2022). La visión se amplió en México con el trabajo de Recreación en cadena, la Red mexicana de ciencia recreativa (García–Guerrero *et al.*, 2022), que elaboró un manifiesto que caracteriza las actividades de ciencia recreativa a partir de dos grandes aspectos:

1. Tres niveles de interacción (física, emocional e intelectual) que se desarrollan de forma directa e inmediata entre las personas involucradas.
2. La recontextualización discursiva, pertinente con el público, para construir nuevas interpretaciones de fenómenos, conceptos, controversias y desafíos científicos.

A la par de esta visión general, el trabajo integró un abanico de actividades que trasciende los talleres para incorporar demostraciones, charlas, juegos y puestas en escena. Todas estas dinámicas aparecen como vías para construir comunidades de acción, reflexión y discusión sobre la ciencia. Esto implica a los grupos que se construyen con el público, pero también marca la pauta para las organizaciones que promueven las iniciativas de educación, a través de la ciencia recreativa.

Aparece aquí el concepto de comunidad de práctica (Wenger, 1999), como el colectivo de personas que se reúnen de forma constante para promover actividades alrededor de un tema que les apasiona. Las comunidades tienen tres elementos distintivos: el dominio, que es el tema que atrae

a sus participantes y le da sentido a la comunidad (en este caso, la ciencia y su divulgación); la comunidad, el colectivo de personas con diferentes perfiles y grados de conocimiento que se enriquecen mutuamente conforme impulsan su labor; y la práctica, como una dinámica para desarrollar una aptitud en el ámbito en que se está trabajando. La clave aquí es que se cuenta con la labor práctica que les da sentido y significado a los elementos teóricos, mientras que la parte reflexiva guía la acción de los participantes.

Es la dualidad acción–reflexión la que le da fuerza a la labor de los estudiantes en los procesos del enfoque STEAM y a los participantes en las dinámicas de ciencia recreativa; y, al mismo tiempo, es la base para crecientes comunidades de educadores (formales y no formales). Surgen, así, grandes oportunidades para promover colaboraciones que ayuden a personas y organizaciones a llevar su labor mucho más lejos.

Redes de colaboración

De acuerdo con Sebastián (2000), las redes pueden entenderse como incubadoras de cooperación, donde las interacciones, colaboraciones y transferencias entre los asociados contribuyen a generar multitud de productos y resultados, tanto tangibles como intangibles. Las redes implican la existencia de asociados (actores o nodos) que tienen como objetivo sumar esfuerzos para alcanzar objetivos que son comunes a todos. Tienen potencial para conectar personas y complementar capacidades, entre otras.

En la región existen redes especializadas, como la RedPOP y la Red EducaSTEAM, de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Ambas redes cuentan con muchos años de trayectoria e involucran a instituciones que buscan colaborar para facilitar el alcance de sus objetivos.

La Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de América Latina y el Caribe, conocida como la RedPOP, es una red interactiva que

reúne a grupos, programas y centros de popularización de la ciencia y la tecnología (CyT). Funciona mediante mecanismos regionales de cooperación que favorecen el intercambio, la capacitación y el aprovechamiento de recursos entre sus miembros. La RedPOP fue creada en noviembre de 1990, en Río de Janeiro, a instancias del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad, de la Unesco.

La Red EducaSTEAM, de la OEA, es una red docente especializada en compartir conocimientos y prácticas sobre este enfoque educativo. Pone a disposición de la comunidad docente un espacio de intercambio y diferentes Mooc para profundizar en temas específicos. Fue creada en el año 2015 y nuclea a 400 agentes educativos de la región.

Ambas redes generan espacios de conexión entre saberes de los que la sociedad se podría beneficiar para acercarse a la ciencia y a la tecnología. Además, fomentan espacios de intercambio de experiencias que están abiertos —en diferentes modalidades— para que, incluso quienes no son miembros, puedan aprovechar la discusión.

Conclusiones

Los que nos decidimos a emprender la aventura de la educación científica, tanto en caminos formales como no formales, arrancamos siempre con una flama de pasión para darle elementos a la sociedad para navegar un mundo dominado por ciencia y tecnología. No siempre sabemos exactamente por dónde empezar, lo que nos lleva a pruebas y errores que enseñan mucho, pero no son el ideal para promover nuestra labor.

El desafío se vuelve aún mayor, si consideramos que se trata de hacer camino al andar: con pocos espacios institucionales, y menos apoyos, para tratar de tender puentes entre ciencia y sociedad. Es fácil sentirse solo al promover iniciativas de divulgación científica, especialmente cuando es un área que apenas empieza a ser valorada en la medida que merece. Por eso

resulta clave conectar con otras personas que han enfrentado retos semejantes, aprovechar las experiencias existentes y las referencias teóricas que sirvan como base para un trabajo mejor preparado. Les mostramos los casos de RedPOP, Recreación en cadena y Educa STEAM, pero hay muchas otras opciones a las que se pueden sumar.

En el presente capítulo hemos tratado de compartir referentes básicos para entender qué hacemos desde la divulgación y la educación científicas, así como algunas vías para lanzarnos a detonar procesos que acerquen al público a discusiones relevantes en materia de ciencia y tecnología. Son un punto de partida útil, pero solo la práctica les da sentido para construir una retroalimentación que ayude a desarrollar el talento necesario para comunicar la ciencia de forma adecuada con los diferentes sectores de la sociedad.

No debemos olvidar que no se trata únicamente de tener conocimientos sobre la ciencia que vamos a abordar y la forma de discutirla con el público (como si estas dos cosas fueran poco); además, debemos dominar las habilidades para desarrollar las actividades con el público, leer sus reacciones, modular la voz, tener un buen manejo corporal, realizar una escucha activa, adaptar el lenguaje a diferentes contextos específicos y muchos elementos más. Por más que se lea, se vean tutoriales o se asista a cursos, la única forma de lograr dominar estas artes es a través de la práctica.

Así que, divulgadores de todos los países, uníos a la acción. Súmense al camino de la ciencia participativa y a las comunidades de práctica, para que vuelvan con sus experiencias, que ayudarán a que todos sigamos creciendo. Es un camino largo pero divertido, nos hace avanzar a todos y, con un poco de suerte, nos ayudará a estar mejor preparados para la siguiente emergencia mundial.

Referencias

- ALCÍBAR Cuello, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, 31, 43–70.
- BELL, P., Lewenstein, B., Shouse, A. y Feder, M. (Eds.). (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. National Academies Press.
- BUBELA, T., Nisbet, M. C., Borchelt, R., Brunger, F., Critchley, C., Einsiedel, E., Geller, G., Gupta, A., Hampel, J., Hyde–Lay, R., Jandciu, E. W., Jones, S. A., Kolopack, P., Lane, S., Loughheed, T., Nerlich, B., Ogbogu, U., O’Riordan, K., Ouellette, C., ... Caulfield, T. (2009). Science communication reconsidered. *Nature Biotechnology*, 27(6), 514–518. <https://doi.org/10.1038/nbt0609-514>
- BURNS, T. W., O’Connor, D. J. y Stocklmayer, S. M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
- DURANT, J. (1999). Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. *Science and Public Policy*, 26(5), 313–319. <https://doi.org/10.3152/147154399781782329>
- GARCÍA–GUERRERO, M., Lewenstein, B., Michel Sandoval, B. y Esparza, V. (2020). Los talleres de ciencia recreativa y la retroalimentación acción–reflexión. *Journal of Science Communication América Latina*, 03(01). <https://doi.org/10.22323/3.03010802>
- GARCÍA–GUERRERO, M., Ruiz–Villegas, M. F., Báez–Hernández, M. G., Cordero–Rodríguez, A., Martínez–Rocha, C. A., Cerda–Hernández, F. de J., González–Reyes, J. E., Sotelo–Pulido, F. J., & García–Rodríguez, D. E. (2022). Manifiesto de la ciencia recreativa. *Journal of Science Communication América Latina*, 05(02), N01. <https://doi.org/10.22323/3.05020801>
- GARCÍA–GUERRERO, M., y Lewenstein, B. V. (2022). Characterizing science recreation workshops: The ‘guerrilla’ of science communication. *International Journal of Science Education, Part B*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/21548455.2022.2123260>
- LEWENSTEIN, B. V. (2011). Changing Our Ideas. *International Journal of Science Education, Part B*, 1(1), 17–21. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.554013>
- LOCK, S. (2011). *Deficits and dialogues: science communication and the public understanding of science in the UK*. En David, J., Bennett and Richard, C., Jennings, Successful Science Communication: Telling It Like It Is. Cambridge University Press. https://assets.cambridge.org/97805211176781/frontmatter/97805211176781_frontmatter.pdf
- PASTOR Homs, M. I. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educa-

- ción no formal. *Revista Española de Pedagogía*, 59(220), 525–544.
- PINEDA Caro, D. Y. (2023). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional De Pedagogía É Innovación Educativa*, 3(1), 229–244. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.115>
- PIZARRO, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3facc730-98f5-4112-9ef5-9d4892cefd74/content>
- SEBASTIÁN, J. (2000). Las Redes de Cooperación como modelo organizativo y funcional para la I+D. *Revista Redes de la Universidad Nacional de Quilmes*, 7(15), 97–111.
- TONDA, J. (2008). *Teoría o práctica de la divulgación. Comunicación pública de la ciencia: el estado del arte*. Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Tepic.
- WENGER, E. (1999). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press.

SOFTWARE LIBRE BUSCA CIENCIA ABIERTA

DANIEL VIÑAR ULRIKSEN

Los primates tenemos un sesgo cognitivo (por el que lxs científicxs debemos desconfiar de nosotros mismxs) y, quizás por eso, en muchos campos, como el de la política o la economía, pesan particularmente la notoriedad y la confianza. Y esto, al menos, influye cotidianamente en la actividad científica. Aplicamos rigurosamente la metodología científica a nuestra investigación propiamente dicha, pero consideramos constantemente que vivimos «sobre hombros de gigantes». Hacemos confianza de que los reactivos de laboratorio que compramos son lo que dicen ser, que la información que recabamos es la que dice ser y corresponde a nuestra búsqueda; rara vez estudiamos y verificamos las teorías científicas y las realizaciones tecnológicas que sustentan las bondades que nos proveen sofisticados equipamientos experimentales. Actuamos muchas veces como si el mundo entero fuera los hombros de esos gigantes, conformes a los estándares de la ciencia y, con ellos, el sinnúmero de productos y servicios científico–tecnológicos disponibles. Entre los cuales aparece el *software*.

Consideramos el *software* como un producto, incluso a menudo como un *commodity*, y no como parte integrante de nuestra metodología, de nuestras técnicas e instrumentos de investigación. Lo evaluamos y seleccionamos, no por metodología científica, sino con los criterios habituales de un consumidor: notoriedad, confianza en la marca, calidad, usabilidad o simplemente disponibilidad. Creo que este es el punto de articulación conceptual que conviene (re)establecer. Debemos poner al *software* bajo el magisterio de la ciencia, no considerarlo como un elemento inocuo, por ser conforme al orden imaginario hegemónico. De la referencia inicial a

la metodología científica, bien hubiera podido deducir que entonces la ciencia es, por esencia, Ciencia Abierta (CA). Por construcción, la ciencia es lo contrario de los oscurantismos, sea la brujería, la alquimia, o cualquier disciplina que no proceda por esa metodología de establecer sus conceptos en base a evidencias debatidas y consensuadas en una comunidad amplia y abierta.

Acto seguido, para hacer el vínculo con el *software* libre, hubiera citado (como la mayoría de la literatura sobre el tema en su introducción) su definición por las cuatro libertades que debe cumplir:

1. la libertad de ejecutar el *software* para cualquier propósito;
2. la libertad de estudiar cómo funciona el *software*, para lo cual es preciso tener acceso al código fuente;¹³
3. la libertad de hacer modificaciones al *software* para adecuarlo a otras necesidades;
4. la libertad de re-distribuir el *software* y sus modificaciones para ayudar al prójimo,

y constatar que solo estas permiten la aplicación de la metodología científica enunciada, validando así, científicamente, el resultado de los procesamientos de información que realiza el *software* en cuestión. Y que el *software* privativo (aquel que no cumple con alguna de esas libertades), al contrario, dificulta o impide esa validación entre pares, tanto como el consenso sobre las evidencias que exige un objeto científico. En el artículo *Software Libre, Ciencia Libre* (Viñar Ulriksen, 2022) procuré disertar

13. El código fuente de un *software* es su versión tal cual la elabora el desarrolladorx. Suele no estar incluido en la distribución del *software* privativo, entregando solo el archivo binario o ejecutable, que es suficiente para la computadora, pero insuficiente para un entendimiento humano. Más allá del alcance jurídico y legal de su licencia, la disponibilidad del código fuente es la característica práctica principal de un *software* libre.

sobre por qué la ciencia debe usar y producir *software* libre, y cómo la experiencia del *software* libre puede inspirar prácticas en CA. Pero acá el objetivo es otro. Se trata de contribuir a un manual que busca ayudar a lxs investigadorxs del Sur global a hacer CA y para eso, en este capítulo, porqué y cómo debe adoptar y producir software libre.

Si lo que acabamos de afirmar —que solo el software libre conviene a la ciencia— es cierto, y que consideramos a lxs científicxs como personas particularmente comprometidxs con sus principios metodológicos, en la academia deberíamos utilizar, sino exclusivamente, esencialmente *software* libre. Entonces el presente artículo disertaría sobre cómo hacerlo mejor, cómo vincular los equipos científicos y las comunidades de desarrollo y mantenimiento de *software* libre, cómo integrar desarrolladorxs informáticxs a proyectos de otras disciplinas y lograr que estxs cumplan con sus cometidos en el proyecto, al mismo tiempo que contribuyan al acervo global de *software* libre, disponible para la humanidad.

Sin duda el panorama se ha complejizado en las dos últimas décadas, articulándose con la generalización de la problemática de acceso y de derechos sobre toda la producción inmaterial (literatura científica y bases de datos, en particular, para la investigación), así como la computación en la nube, en la que se accede a distancia a *software* como servicio (SaaS, de las iniciales en inglés), y hoy, rápidamente, la Inteligencia Artificial (IA). Pero esa complejidad puede dar sentido a las cosas, al ponerse al servicio del emergente concepto de CA. Hace 20 años, para una persona no especialista, adoptar *software* libre era sin duda un acto de fe, un camino arduo, probablemente con más dificultades imprevistas que promesas cumplidas. Hoy, con entendimiento y cuidado, puede ser una forma potente de hacer mejor ciencia, de lograr que cada paso y componente pueda concretamente ser validado, siguiendo una metodología científica de revisión por pares.

Procurando pensar la libertad, Miguel Benasayag (1996) argumenta que esta no está en sacrificarse para un futuro grandioso y libre, sino en aferrarse a los hilos de la libertad con los que nos cruzamos en el presente. Y quizás esta sea hoy la mejor actitud posible para unx científicx que adhiera a lo que aquí planteamos respecto a CA y *software* libre: no dejar de perseguir sus propios objetivos, ni tomar el mandato de libertad del *software* como un dogma, sino buscar el entendimiento y la perseverancia que le permitan nunca renunciar a la libertad del *software* (y del conocimiento en general) ahí donde es crucial a sus quehaceres científicos, ni ocultar las eventuales cajas negras que aún «sustenten» su trabajo (es decir, los elementos de métodos, procesos, *software*, técnicas, equipamientos, materiales u otro que no han sido sometidos a un ejercicio de revisión por pares, que permita la reproductibilidad o la refutabilidad de su función).

Por ende, perdón, lectorx, este texto no es un manual propiamente dicho, sino un mero ensayo, pensado desde estas orillas —la del *Copyleft* y la del Sur global—, que intenta avanzar en territorios recientes y en construcción, procurando entender de dónde venimos, rescatando las buenas ideas y tratando de entender por qué se lograron o no, y divisando cómo podemos seguir. Espero encuentres, al menos, algunas curiosidades eclécticas y, ojalá, alguna que otra pista para hacer CA, para hacer mejor ciencia, conforme a sus fundamentos.

El *software* libre, la Internet y Latinoamérica

La timeline Internet de H'Obbes (1993), que hasta 2001 fue la de la Internet Society, empieza en 1957, con el lanzamiento por la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) del primer Sputnik. En 1969, nace Arpanet, precursor de la Internet. En 1995, se crea en el CERN la World Wide Web, con la que muy rápidamente la Internet se hace global y omnipresente. Por un camino entrelazado nacen el *software* libre y el Open

Source (*A Brief History of FOSS Practices*, 2019). El *software* temprano de los años cincuenta era habitualmente compartido, el cercamiento del acceso al código fuente se inicia en los sesenta y setenta. En 1983, Richard Stallman inicia el proyecto GNU y, en 1984, funda la Free Software Foundation. En 1991, Linus Torvald envía el primer mensaje a un *news group* acerca del sistema operativo que desarrollaba, Linux (Torvalds, 1991), que hoy corre en la gran mayoría de los servidores de la Internet y en la totalidad de las supercomputadoras existentes. La Internet funciona con *software* libre y el crisol en el que este se forja. A la arista del milenio, la Internet y el *software* libre, dos iniciativas entrelazadas, de inspiración liberal y comunitaria, revolucionan la industria de las telecomunicaciones y de la computación. Su filosofía y sus preceptos se vuelven centrales en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs, luego TICs, más comúnmente hoy TI). En las dos primeras décadas del siglo XXI, la Internet y el *software* libre son asunto de debate político, de sociedad e incluso de civilización.

En 2005, Nicholas Negroponte y Kofi Annan anuncian la iniciativa One Laptop per Child (OLPC), que planteaba diseñar y fabricar en masa una computadora portátil, que costaría US\$100, y distribuirla a los niños y las niñas del mundo, como una acción particularmente eficiente para zanjar la brecha educativa y la brecha digital. La XO, como se designó la característica pequeña laptop verde y blanca, que estuvo lista en 2007, corría un sistema operativo GNU/Linux Fedora, con Sugar como entorno gráfico de acceso humano: un sistema sumamente innovador, que abandona la metáfora del escritorio, con sus carpetas y documentos; por una que abarca el vecindario, en él se destaca «migrupo», en el que el niñx está en su hogar haciendo cierta actividad, a la que podrá invitar a integrantes de su grupo. El *software* libre fue clave en OLPC, no solo en esta realización concreta del *software* de la XO, sino también en toda la filosofía de la iniciativa. Es uno de los cinco principios clave de la misma (*OLPC: Five principles—OLPC*, 2007).

Por qué la ciencia requiere *software* libre

Todas las recomendaciones de estructura para un artículo científico comprenden un capítulo de métodos, o metodología, que comprende el conjunto de materiales, procedimientos, técnicas e instrumentos con los que se desarrolla (Castillo, s.f.; Hassan, 2024). La razón de ser de esta parte de la investigación es una descripción exhaustiva del desarrollo de la misma, para que otra persona, u otro equipo totalmente independiente pueda reproducir los resultados, o refutarlos. ¿Qué es de esa reproductibilidad o refutabilidad si en el transcurso de la investigación interviene un *software*? Sea para procesar datos, para recolectarlos; sea el *software* embarcado de un dispositivo de medición u otro equipamiento científico, un *software* de modelización, o simplemente el sistema operativo y la *suite* ofimática que usan lxs investigadores.

Con *software* libre, por construcción, tenemos acceso al código fuente que detalla con total precisión, y sin equívoco, los procesamientos de datos que realiza. Con *software* privativo o cerrado debemos hacerle confianza a quien nos lo entrega, bajo una forma ejecutable, pero cuyo funcionamiento interno no podemos analizar. No hay verdadera reproductibilidad o refutabilidad. Evidentemente aquí, «reproducir [la] investigación» no es un mero «copiar y pegar» de datos y *software* para, luego de ejecutarlo, ver que, ¡«oh! casualidad!», llego a los mismos resultados.

El código es ciencia

En tanto el *software* es parte integrante de la instrumentación científica, el principio es el mismo que para la publicación arbitrada: establecer la autoría del *software* por revisar, poner a disposición lo necesario para estudiarlo (es decir, su código fuente) y asegurarse de una revisión efectiva, para una evaluación crítica, en base a un mínimo de entendimiento del mismo *software* y del dominio científico que abarca. Cabe recalcar el planteamiento

del *Codeis Science Manifesto* como cual, idealmente, corresponde poner el *software* científico a disposición de todos bajo una licencia libre, de manera que permita a cualquiera descargarlo, revisarlo, re-utilizarlo y expandirlo, y que se basa en cinco enunciados: *Open overclosed*, *Incorrect code results in incorrect science*, *Code deserves credit*, *Code for the future* y *Availability over perfection* [abierto sobre cerrado, resultados de código incorrectos son ciencia incorrecta, el código merece crédito, el código aporta para el futuro, la disponibilidad sobre la perfección] (Kent Beck *et al.*, 2001). Este es el tipo de prácticas que recomiendan las metodologías modernas de desarrollo ágil y que permiten desplegar las forjas de *software* que citamos más arriba.

El Internet y el *software* libre logran sobrevivir y crecer tecnológicamente y en el mercado porque basan su desarrollo en principios científicos. En las actuales forjas de *software*, como Gitlab o Github,¹⁴ donde se desarrolla y se distribuye lo esencial del *software* libre, las contribuciones de código son sometidas a revisión, pueden ser comentadas línea por línea, dar lugar a intercambios, a nuevas formulaciones de la propuesta, hasta que un consenso permita integrarlas en el *software* que mejoran o extienden. Conviene desarrollar cualquier *software* científico en este ecosistema, sometiéndolo a una colaboración/revisión entre pares desde el inicio de su diseño y todo a lo largo de su ciclo de vida. Algunos ejemplos de esto para la CA son el uso de las iniciativas del Public Knowledge Project (PKP), como el Open Journal System (OJS) y el Open Monograph Press, para la gestión editorial de revistas y libros; y el uso de Dspace, para repositorios institucionales para diferentes tipos de recursos como literatura, datos, tesis y recursos educativos abiertos.

14. Gitlab y Github son dos frontales del sistema de versionado de código git, que completan con la indumentaria para la gestión del ciclo de desarrollo de *software*. Github, que se convirtió en el principal repositorio de código a nivel global, es un servicio de una empresa, que fue adquirida por Microsoft en 2018. Gitlab es, ante todo, un *software* de código abierto, que cualquiera puede instalar en sus servidores (por ejemplo: git.interior.edu.uy, framagit.org).

El *software* en la sociedad contemporánea

Es fundamental no confundir *libre* y *gratis* (ya lo vimos: libre como libertad de expresión, no barra libre), sería negar la evidencia que una ventaja y parte del éxito del *software* libre es estar disponible legalmente sin costos. Con el *software* como servicio, no solo el *software* es gratis, sino que te prestan la computadora y te guardan tus datos. Los GAFAMN construyeron su imperio sobre el bien común de código fuente de *software*, pero operan plataformas sobre los algoritmos y el *software* de las cuales reina el más absoluto secreto. Y, es más, no solo tienen el pleno dominio del *software* que corren, en su nube o en tu dispositivo, sea el navegador, una *app*, o el mismo sistema operativo, también tienen acceso a la totalidad de tus datos.

Pero la gratuidad del *software* libre y la del SaaS son de naturaleza muy distinta. El corpus de *software* libre está disponible por la voluntad de sus autores, porque trabajando juntos en comunidad realizan *software* libre, ético y mejor. Cuando el SaaS es gratis es por una razón muy diferente: es porque a quien lo provee le interesan tus datos. «Si es gratis, el producto eres tú», advierten los colectivos empoderados. Los modelos de negocios de los gigantes de la Internet no es el de provisión de servicios, es el de monetización de datos. Del *Big data* emerge valor. Un manifiesto hacker (Wark, 2009) plantea que, como la posesión de la tierra es abstracción de la naturaleza, el capital es abstracción de la tierra, la información es abstracción del capital. En la arista, los GAFAMN ocupan hoy los primeros lugares en el ranking de capitalización bursátil, ya muy por delante de las multinacionales petroleras, que solían ocupar ese lugar.

Web y redes sociales

Construimos nuestra identidad digital mediante las cuentas que creamos en diferentes servicios en Internet, a través de un navegador o desde aplicaciones instaladas en alguno de nuestros dispositivos, y le damos vida con el uso y los

datos que entregamos o que el sistema colecta. Esta identidad puede ser de una persona física, o de un colectivo, sea una comunidad o una institución. Tienen siempre, en interacción, partes públicas y otras privadas.

Los servicios hegemónicos de los GAFAMN son de una calidad, versatilidad y facilidad de uso difícilmente igualables. Logran reclutar los mejores diseñadores y desarrolladores, y tienen infraestructuras globales gigantescas. Es por razones objetivas que captan la gran mayoría del mercado. La casi totalidad de lo que sucede en este mundo, sucede ante todo ahí. Es muy difícil prescindir de ellos. Aunque unx mismx quiera extraerse, muchas de las personas con las que interactuamos siguen ahí.

Porque, ya lo mencionamos, si el servicio es gratis, el producto eres tú (e incluso si hay un costo por el uso, lo más probable es que tú sigas siendo un producto). A menos que nos apartemos del mundo, hoy es difícil no ser monetizado, como producto o como consumidor. Pero aún podemos construir una estrategia para proteger, al menos, algo de nuestra privacidad. Utilizar los GAFAMN como caja de resonancia, pero tocar tu propio instrumento, en la orquesta a la que perteneces.¹⁵

Empecemos por un colectivo. Como primer canal de comunicación, se suele considerar crear y alimentar cuentas en redes sociales hegemónicas: Twitter, Facebook, Instagram, TikTok. Eso no es difundir públicamente, es comunicar en la burbuja en la que se irá desplegando cada una de esas cuentas, compuesta de cuentas con perfiles e intereses afines. Por eso es una comunicación particularmente eficiente, pero no es una comunicación pública, que debe estar universalmente accesible, sin control de acceso, identificación ni otro requisito.

¿Por qué no empezar por un sitio web, aunque sea muy simple? La web es de accesibilidad pública y universal, neutralidad sobre la cual reposa la innovación y el fuerte crecimiento que siempre ha tenido la Internet.

15. Crédito a Tom Bouillut por esta metáfora.

Sin perjuicio de usar también redes sociales, pero en estas, salvo propósito específico, bien se puede publicar, manual o automáticamente, el mismo contenido que en una sección pública del sitio denominada, por ejemplo, Noticias, y siempre con un enlace público a la página correspondiente.

Experiencias latinoamericanas de *software* libre

En las dos últimas décadas han existido varias iniciativas, en particular en Latinoamérica, de promoción de *software* libre en la educación y en el sector público. No fueron un fracaso, en el sentido que no cabe duda que dejaron huella de sensibilización y en prácticas concretas en Tecnologías de la Información (TI), pero tampoco fueron un éxito rotundo, si consideramos hoy la extensión de uso y producción de *software* privativo o específico. Podemos aprehender algunos casos concretos, particulares, eventualmente aislados o parciales, buscar enseñanzas en estos, podemos poner una mirada crítica sobre el camino ya trascendido —que no es menor, sino en el área de la emergente CA, en otros sectores, como la educación o la administración pública, donde el *software* libre es una realidad patente desde hace más de dos décadas—, podemos practicar la interdisciplina para lograr un enfoque acertado de esa articulación que piden CA y *software* libre.

Uruguay fue el primer país en desplegar OLPC, con su Plan Ceibal y, si bien existieron muchas experiencias OLPC en la región y en el mundo, fue la única hasta hoy que lo hizo adoptando sistemáticamente otros dos de esos cinco principios: propiedad y saturación. La computadora es atribuida al niñx individualmente, y a todxs y cada unx de lxs niñxs del país. El Plan Ceibal no abrazó la totalidad de los principios de OLPC, en particular el que citamos, libre y abierto. Se gestó en forma totalmente independiente de la Ley 19.179, de Software Libre y Formatos Abiertos en el Estado y la Educación (Parlamento uruguayo, 2013); por otro lado, la

relación de Ceibal con la comunidad de *software* libre uruguaya y regional nunca fue muy buena.

A principios de 2008, Bolivia estuvo a punto de desplegar un plan similar a Ceibal (Viñar Ulriksen, 2008), tentativa que fracasó. Pero poco después se dotó de una política en TI con lineamientos claros de soberanía y libertad, así como provista de recursos considerables, que desplegó la Agencia de Gobierno Electrónico y Tecnologías de la Información y la comunicación (AGETIC), creada con esa misión. Acá también hay cambios de paradigma. Hasta hoy, por ejemplo, la página por la que la ciudadanía puede reportar los incidentes y las vulnerabilidades de los sistemas de información públicos es: hackers.bo, con un «muro de la fama» de estxs hackers éticxs y ciudadanxs. Desde 2018, la AGETIC organizó un Congreso Internacional de Seguridad de la Información, en el que se encontraron para abordar estos temas, no solo lxs funcionarixs públicxs, sino también profesionales y centenas de estudiantes, para los cuales se organizó una contienda de captura de la bandera (CTF, de la sigla en inglés), competencia en la que, por equipo, se deben resolver acertijos lógicos e informáticos, referidos a la seguridad informática.

Brasil fue, sin duda, el país de la región que desplegó la política más ambiciosa, con muchos recursos y con fuertes implicancias en la sociedad, la cultura y la industria, como da testimonio la película *RiP!: A Remix Manifesto* (Gaylor, 2008, sc. 1:09:00). Desarrolló conceptos nuevos, como el de *software* público o el registro de marca pública (*Software Público, s.f.*), procurando así construir los incentivos y equilibrios de una nueva economía de lo inmaterial.

La red de Unidades Informáticas

En la UdelaR no soy docente ni investigador, sino funcionario técnico. Coordino la Red de Unidades Informáticas, en la que los Departamentos y unidades de TI de varios servicios independientes y autónomos mutualizan ciertos recursos y actividades. En primer lugar, mantenemos una plataforma de computación en la nube, desde la cual proveemos una gama de servicios de diferente índole. Solemos organizar un encuentro anual, en el que confrontamos experiencias, nos planteamos objetivos, aprendemos de algo nuevo que parece poder servirnos.

La voluntad de realizar servicios de información de los cuales tenemos el pleno dominio, desplegándolos en una infraestructura propia y utilizando *software* libre, nos lleva a desarrollar una cultura de equipo propia, que tiene una actitud *hacker*, de permanente desconstrucción de lo establecido; tanto o más un perfil de investigación, que de un clásico servicio técnico-administrativo.

En la primera generación de nuestra plataforma, que estuvo operacional de 2012 a 2021, aprendimos a virtualizar. Hoy Ceibal tiene acuerdos con Samsung para la provisión de dispositivos, cuyo sistema operativo se basa en Android o en MSWindows, con Google, para el correo electrónico y otros servicios, y con Schoology para su plataforma de espacios virtuales de aprendizaje.

Forjas de ciencia libre

Cada vez más, la ciencia es computación. Necesitamos más programadores que sean científicos, y más científicos que sean programadores. La CA requiere más vínculos interdisciplinarios, en particular con las tecnologías de la información, que sustentan una parte creciente de la actividad científica. Hacer CA no es meramente investigar como siempre. En el mundo globalmente interconectado de hoy, hacer CA es abrir tanto

como sea posible todos y cada uno de los pasos de la investigación, para interactuar permanentemente con el mundo entero.

Quizás esta sea de las aristas más interesantes del encuentro entre *software* libre y CA: hacer *software* es digitalizar el trabajo, no actuar directamente sobre nuestro objeto de estudio, sino modelizándolo o analizándolo, en un espacio discreto que lo representa, manejado por una computadora, con la cual podemos investigar, explorar hipótesis, estudiar comportamientos, simulando tiempo, cambiando parámetros y condiciones, que eventualmente solo podemos generar en esta proyección virtual, pero que pueden ser de gran importancia para aprehender la realidad. Diseñar y construir ese *software* es en sí un trabajo creativo, es investigación (Wilkinson, 2018).

Las forjas de *software* no solo permiten la organización del diseño y el desarrollo, también permiten instrumentar, en forma automatizada, el despliegue de cada versión de *software* en plataformas, primero de pruebas y luego operacionales, con los recursos idóneos, eventualmente replicadas en tantas instancias como necesario. Grupos importantes pueden interactuar con ese *software* como servicio, pero a medida y comunitario. Una plataforma en línea podrá también recaudar datos e información, de fuentes abiertas, o de dispositivos robóticos con sensores y captore, procesar datos, generar resultados, tomar decisiones y transmitir comandos a actuadores (Internet de las cosas, IoT).

Utilizadas para la CA, se pueden imaginar proyectos científicos, de investigación o educativos, que permitan ser replicados y desarrollados por múltiples equipos, en lugares, contextos o disciplinas diferentes, cuyos resultados son consolidados y analizados globalmente, multiplicando así el alcance de la iniciativa y del equipo que la origina. El desarrollo cíclico y progresivo de los sistemas podrá eventualmente permitir, a partir de investigaciones y pruebas, que emerjan servicios con valor económico,

interconectando así con la ciencia aplicada y el sector productivo. De la misma manera, se podrá interactuar con la educación y el resto del sector público, o con la sociedad en general.

Referencias

- A Brief History of FOSS Practices*. (2019). *It's FOSS*. <https://itsfoss.com/history-of-foss/>
- BENASAYAG, M. (1996). *Pensar la libertad: La decisión, el azar y la situación*. Nueva Visión.
- CASTILLO, S. (s.f.). *Biblioteca: Documentos académicos y presentaciones: Formato Artículo o Paper*. <https://bibliotecas.duoc.cl/documentos-academicos-y-presentaciones/formato-articulo-paper>
- GAYLOR, B. (Director). (2008). *RIP!—A remix manifesto* [Documental]. <https://media.interior.edu.uy/videos/watch/f3c2b4b8-385f-467b-ba73-5098a21473d8>
- H'OBBS' Zakon, R. (1993). *Hobbes' Internet Timeline—The definitive ARPAnet & Internet history*. <https://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>
- HASSAN, M. (2024). *Research Paper—Structure, Examples and Writing Guide*. Research Method. <https://researchmethod.net/research-paper/>
- KENT Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries, Jon Kern, Brian Marick, Robert C. Martin, Steve Mellor, Ken Schwaber, Jeff Sutherland, y Dave Thomas. (2001). *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*. <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- OLPC: Five principles—OLPC. (2007). https://wiki.laptop.org/go/OLPC-Five_principles
- PARLAMENTO uruguayo. (2013). *Ley N° 19179 de formatos abiertos y software libre*. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19179-2013>
- SOFTWARE Público. (s.f.). *Governo Digital*. <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/plataformas-e-servicos-digitais/software-publico>
- TORVALDS, L. B. (1991). *What would you like to see most in minix?* <https://groups.google.com/g/comp.os.minix/c/dlNtH7RRrGA/m/SwRavCz-VE7gJ>
- VIÑAR Ulriksen, D. (2008). *Proyecto Khantuta—OLPC Bolivia*. <https://archive.org/details/proyecto-khantuta-olpcbolivia-0.7/ProyectoOLPCBolivia0.7/>
- VIÑAR Ulriksen, D. (2022). Software Libre, Ciencia Libre. *Informatio. Revista del Instituto de Información de la Facultad de Información y Comunicación*, 27(1). <https://doi.org/10.35643/Info.27.1.9>

WARK, M. (2009). *A Hacker Manifesto*. Harvard University Press.
WILKINSON, H. (Director). (2018). *El desarrollo de software como debería ser*. <https://www.youtube.com/watch?v=x4CXWBW5fMo>

Manual de ciencia abierta para la región latinoamericana
obra coordinada por Montserrat García Guerrero,
para la colección Letrae,
fue realizada con el apoyo de Datacite
y editada en la ciudad de Zacatecas, Zacatecas
por Texere Editores SA de CV

ISBN Texere Editores: 978-607-8914-58-6

ISBN Colección Letrae: 978-607-26958

ISBN Universidad Autónoma de Zacatecas: 978-607-555-254-5

Colección Letrae

Coordinación editorial y difusión

JUDITH NAVARRO SALAZAR

Edición de plataforma

MONTSERRAT GARCÍA GUERRERO

Operación tecnológica

RAÚL FERNÁNDEZ CARRILLO

Texere Editores

Dirección general

JUDITH NAVARRO SALAZAR

Dirección editorial

ANITEY ÁVILA CUÉLLAR

Edición científica

AILYN MARTÍN PASTRANA

Vinculación

ANA KAREN ORTIZ PLACENCIA

www.texere.com.mx

<https://letrae.academy>