

CIENCIA ABIERTA: CÓMO HAN EVOLUCIONADO LA DENOMINACIÓN Y EL CONCEPTO

*Ernest Abadal Falgueras**

Facultad de Biblioteconomía y Documentación. Universidad de Barcelona.

*Lluís Anglada Ferrer***

Área de Ciencia Abierta. Consorcio de Servicios Universitarios de Cataluña.

Resumen: La ciencia abierta es un cambio de modelo en la manera de hacer ciencia que supone realizar con una visión “abierta” (open) todas las etapas o fases de la investigación científica (diseño, recolección de datos, revisión, publicación, etc.). El objetivo de nuestro texto es analizar la evolución del concepto y de la denominación de ciencia abierta desde sus inicios previos hasta el empuje que le ha dado la Unión Europea (e-ciencia, ciencia interconectada, ciencia 2.0, ciencia abierta). También se quiere determinar cuáles son los elementos fundamentales que componen la ciencia abierta. Para ello, se han seleccionado y analizado los principales textos teóricos que han tratado sobre la cuestión, que han sido localizados a partir de consultas bibliográficas en las bases de datos Scopus y GoogleScholar. Como resultados, se pone de manifiesto que las denominaciones han sufrido más variaciones que propiamente el concepto y, en lo que respecta a los componentes, la ciencia abierta partió de cuatro elementos básicos (acceso abierto, datos abiertos, software libre, reproducibilidad) que se han ido ampliando hasta los ocho que constituyen el modelo propuesto por las recomendaciones de OSPP, que se están adoptando de manera amplia.

Palabras clave: ciencia abierta; ciencia conectada; ciencia 2.0; e-ciencia; acceso abierto; datos abiertos; Comisión Europea; investigación científica.

Title: OPEN SCIENCE: EVOLUTION OF THE NAME AND THE CONCEPT.

Abstract: Open science represents a paradigm shift in the way science is conducted that involves performing all stages of scientific research (design, data collection, review, publication, etc.) with an “open” vision. Our aim is to analyze the evolution of the denomination and the concept of open science from its beginnings (e-science, interconnected science, science 2.0, open science). We also want to determine which are the fundamental elements that make up open science. This is a theoretical research based on the selection and analysis of the most important conceptual documents about open science, which have been found in the Scopus and GoogleScholar databases. As a result, it is shown that the denominations have undergone more variations than the concept itself. Regarding the components, open science started with four basic elements (open access, open data, open software, reproducibility) that have been extended to the eight that are considered in the model proposed by OSPP recommendations.

Keywords: Open science; interconnected science; scientific revolution; science 2.0; e-science; open access; research data; European Commission; research.

Copyright: © 2020 Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia (Spain). Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

1 INTRODUCCIÓN

La ciencia abierta es un cambio de paradigma en la manera de hacer ciencia que supone realizar con una visión “abierta” (open) todas las etapas o fases de la investigación científica (diseño, recolección de datos, revisión, publicación, etc.). El cambio no está, pues, en lo que se hace, ni en los medios que se dispone para hacerlo sino en cómo se hace y, por tanto, no supone una ruptura científica o tecnológica, sino que tiene un carácter social y cultural, una nueva manera de hacer y entender la investigación científica. En un texto previo (Anglada, Abadal, 2018) utilizamos la idea de paradigma desarrollada por Kuhn (1962) para explicar la profundidad del cambio de modelo.

Es fundamental señalar que la oficialización de estos cambios en los hábitos y comportamientos de los investigadores es reciente y se debe principalmente a la Comisión Europea, impulsora del documento *Digital science in Horizon 2020* (2013) y de otros más en esta línea que le han seguido. Suyo ha sido el mérito de poner en la agenda temática europea e internacional una forma revolucionaria de realizar la investigación. De todas formas, los cambios ya se detectaban desde principios de siglo cuando grupos de investigación en diversas partes del mundo empiezan a incorporar nuevos comportamientos como el trabajo cooperativo, el uso generalizado de datos y la tendencia a

* abad@ub.edu

** langlada@gmail.com

Recibido: 16-05-2019; 2ª versión: 21-10-2019; 3ª versión: 17-11-2019; aceptado: 02-12-2019.

compartirlos (Dong *et al.*, 2017). Los avances en genética, en física y en otras muchas disciplinas se han llevado a cabo por parte de equipos numerosos, ubicados en sedes geográficas distintas, pero interconectados para poder trabajar conjuntamente.

A principios del año 2000 se visualizan ya las iniciativas relacionadas con el acceso abierto --el modelo de difusión libre y gratuita de los contenidos científicos--, los recursos educativos abiertos (REA) --recogen este mismo espíritu pero para los contenidos docentes--, los datos abiertos, ya sean de la administración (open government data) o de investigación (datos científicos), las revisiones abiertas (open peer review), entre otros ámbitos que han mostrado esta apertura focalizándola en la publicación, los datos recogidos o el proceso de revisión. Cada uno de estos elementos o componentes había realizado progresos en su implantación y extensión, aunque, seguramente, de manera un tanto separada, con poca o ninguna interrelación entre ellos. El concepto de ciencia abierta significa subir unos cuantos peldaños y ampliar la perspectiva para así integrar todos estos elementos en una visión global y estratégica de la manera de encarar la ciencia y la investigación.

A partir de los desarrollos en acceso abierto y datos científicos, la Comisión Europea percibió la oportunidad que se presentaba si se aplicaban los valores de la apertura, transparencia, la colaboración y la reutilización a todo el ciclo de la investigación científica. Estos nuevos hábitos --en especial la reutilización de los datos-- podrían tener una repercusión directa e inmediata en la innovación, que constituye la fuente principal de riqueza de las sociedades contemporáneas. Esta conexión directa entre ciencia y sociedad ha supuesto un importante catalizador del interés de Europa en este nuevo modelo.

De todas formas, esta “apertura” que constituye la característica esencial de la forma de actuar de la ciencia moderna no es tan reciente como podría parecer. Schroeder (2007) nos recuerda que ya Robert Merton, uno de los clásicos de la historia de la ciencia, defendía cuatro características del “ethos de la ciencia moderna”: universalismo, comunismo, desinterés (imparcialidad) y escepticismo organizado, entendiendo “comunismo” no desde el punto de vista político sino como la propiedad común de los bienes. Este “comunismo” implica difundir los resultados utilizando los canales de la comunicación científica. Así pues, Merton es uno de los primeros sociólogos de la ciencia que defiende la “apertura” como una característica institucional fundamental para el avance de la ciencia. Aquí quedan claros cuáles son los valores implícitos a este “comunismo”: compartir y difundir libremente la ciencia:

“ethos of science is communism, in the special sense that the institutional norms of science would make its products part of the public domain, shared by all and owned by none” (Merton, 1968, p. 534).

Posteriormente, Paul David (2004, 2008) ha profundizado también en esta aproximación desde la sociología de la ciencia y ha usado con frecuencia el término “ciencia abierta”. Sus textos tienen un carácter histórico y sitúan los orígenes de esta nueva forma de hacer ciencia ya en el renacimiento en oposición a la ciencia “restringida”. En este sentido, sigue la estela de las reflexiones de Merton.

El objetivo de nuestro texto es analizar la evolución del concepto y de la denominación de ciencia abierta desde sus inicios previos hasta el empuje que le ha dado la Unión Europea más recientemente y, en segundo lugar, determinar cuáles son los elementos fundamentales que componen la ciencia abierta.

Para ello, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de los principales textos teóricos que han tratado sobre el concepto y la denominación de la ciencia abierta que han sido localizados a partir de consultas bibliográficas en las bases de datos Scopus y GoogleScholar y también a partir de las citas internas entre los textos que se tomaron como base. Se optó por Scopus en detrimento de Web of Science por el hecho que recoge mucho mejor la producción en ciencias humanas y sociales y permite acotar la búsqueda a los campos de palabra clave. En el caso de GoogleScholar se valoró especialmente que indexa las monografías, un tipo de documento que está poco representado en Scopus o WoS. Los términos de búsqueda fueron “open science”, “science 2.0”, “interconnected science”, “e-science” y se limitaron al campo “keyword” en el caso de Scopus o al de título en Google Académico. Es importante señalar que las citas internas entre los textos han sido una de las mejores vías para seleccionar los documentos que han sido objeto de análisis. Finalmente, se debe recordar que no se trata de una investigación bibliométrica y, por tanto, la selección de los documentos se ha realizado en función del valor teórico de cada una de las diversas referencias y no del hecho de constar en la relación de obras localizadas.

2 CONCEPTO

Como ya hemos apuntado, esta nueva forma de hacer ciencia no ha surgido de un día para otro, sino que se ha ido perfilando a partir del desarrollo de nuevos hábitos en la recogida de datos, el análisis y la difusión de los resultados entre otros aspectos. Cuando los sociólogos de la ciencia percibieron que estos pequeños cambios apuntaban hacia un nuevo modelo de hacer ciencia propusieron términos y definiciones para acotar el ámbito. Se trata por tanto de un concepto que ya había sido definido y perfilado con cierto detalle con anterioridad por parte de diversos autores, aunque algunos hayan utilizado otros términos para referirse a lo que estamos llamando ciencia abierta.

La revolución tecnológica de finales de la década de 1970 se basó en el desarrollo de dos elementos fundamentales, la informática y las redes de telecomunicaciones, pero se le añadió una tercera dimensión que era, precisamente, la sinergia entre ambas tecnologías (ejemplificada en la transmisión de datos por medio de las redes). Esta conjunción entre informática y telecomunicaciones (que se denominó telemática) tuvo un impacto inmediato en muchas áreas y, especialmente, en la manera de realizar la investigación. Fue posible culminar desarrollos antes impensables y, además, facilitó la comunicación e interrelación entre científicos de todo el mundo, que ahora se encontraban a tiro de piedra, y podían acometer grandes proyectos conjuntos que se basaban en la compartición de recursos. Esta revolución tecnológica constituye una de las bases y de los antecedentes previos del cambio de modelo que estamos analizando.

En este apartado vamos a realizar un recorrido sobre los tres términos principales que han precedido a la ciencia abierta: e-ciencia, ciencia interconectada y ciencia 2.0, antes de entrar propiamente en la caracterización de la ciencia abierta. Para cada uno de ellos comentaremos los principales autores y textos.

2.1 e-Ciencia

Hey y Trefethen (2002) atribuyen a John Taylor, director general de la Oficina de Ciencia y Tecnología de Gran Bretaña, la utilización del término e-Science por primera vez en 1999.

“e-Science is about global collaboration in key areas of science and the next generation of infrastructure that will enable it” (atribuido a Taylor, por Hey y Trefethen, 2002, p. 1017).

“The term e-Science is used to represent the increasingly global collaborations – of people and of shared resources – that will be needed to solve the new problems of science and engineering” (atribuido a Taylor, citado por Hey and Trefethen, 2003, p. 809).

Como vemos, se trata de un concepto en el que destacan, fundamentalmente, dos características: en primer lugar, las colaboraciones globales entre científicos que eran cada vez más frecuentes y, en segundo lugar, las infraestructuras tecnológicas que han de permitir y facilitar esta colaboración. Esta infraestructura recibe el nombre de “grid”, es decir, el uso coordinado de recursos informáticos distribuidos que se orientan hacia un objetivo común, y es un término que se hizo popular a partir de entonces. De hecho, a partir de aquí se llevó a cabo una iniciativa de financiación de infraestructuras promovida por el propio Taylor que empezó en el año 2000 y que pone de manifiesto la focalización hacia la parte tecnológica. No tiene aún la amplitud de miras que veremos más adelante.

En España se creó un grupo de trabajo, auspiciado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que publicó un libro blanco sobre la e-ciencia (Libro, 2005) que contiene una definición que comparte el punto de vista anterior ya que se refiere a la utilización conjunta de una infraestructura común de cálculo y de comunicaciones para el desarrollo de actividades científicas diversas.

“La e-Ciencia se entiende como el conjunto de actividades científicas desarrolladas mediante el uso de recursos distribuidos accesibles a través de internet. [...]. La evolución de las redes de comunicaciones de alta velocidad dedicadas a la investigación y de las tecnologías y aplicaciones colaborativas están creando un escenario idóneo para la interacción entre investigadores. Aunque existen diversas tecnologías para la compartición y el acceso de recursos distribuidos, el Grid parece haberse erigido como el estándar” (Fecyt, 2005, p. 3).

En algunos casos, además, se ha indicado (Fry 2009) que la e-Ciencia estaba especialmente decantada hacia las ciencias experimentales, salud y la tecnología, donde era más frecuente esta colaboración global y el uso de tecnología con lo cual quedaban un poco al margen las humanidades y ciencias sociales.

Diez años más tarde de la introducción del término e-Science, Fry *et al.* (2009) publican un artículo centrado en la e-Ciencia que tiene por objetivo analizar cómo se está introduciendo el ethos “open science” dentro de la “e-Science”. Aunque estos autores no ven aún la ciencia abierta de manera global ya empiezan a percibir una ampliación del concepto más allá de las infraestructuras en las que se centra la e-Science.

2.2 Ciencia interconectada

Michael Nielsen, un físico australiano, fue otro de los pioneros en detectar y analizar los cambios que se estaban produciendo en la forma de hacer ciencia. Su texto *Future of Science* (2008) y posteriormente su libro *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science* (2012), que ha tenido una amplia difusión en canales no estrictamente académicos, se centraron en esta cuestión.

Este autor utiliza preferentemente el término “networked science”, y se inspira en la profunda transformación que internet y las redes sociales han provocado en los ámbitos profesionales y que han supuesto un corte fundamental en las eras de la ciencia. En estos momentos nos encontramos en tránsito hacia la ciencia interconectada.

“To historians looking back a hundred years from now, there will be two eras of science: prenetworked science and networked science. We are living in the time of transition to the second era of science” (Nielsen, 2012, p. 10).

También nos descubre cómo será la forma de trabajar en este nuevo escenario:

“Imagine completely open source approaches to doing research. Imagine a connected online web of scientific knowledge that integrates and connects data, computer code, chains of scientific reasoning, description of open problems and beyond” (Nielsen, 2012, p. 87).

La visión que Nielsen tiene de la ciencia abierta es la de una gran red conectada para intercambiar información y colaborar en proyectos conjuntos. Esto queda claro en una definición “informal” que él aporta en una discusión en una lista de distribución:

“Open science is the idea that scientific knowledge of all kinds should be openly shared as early as is practical in the discovery process” (Nielsen, 2011, citado por Gezelter, 2011).

Este nuevo modelo precisa de una nueva “cultura científica abierta” que deben adoptar los científicos, que deben compartir sus datos y conocimiento. En el texto que viene a continuación ya ubica, pues, los dos elementos fundamentales de la ciencia interconectada, que veremos más adelante en la ciencia abierta (datos y publicaciones).

“We’ll develop the idea that for networked science to reach its full potential, it must be open science, based on a culture in which scientists openly and enthusiastically share all their data and their scientific knowledge. And, finally, we’ll see how that more open scientific culture can be created” (Nielsen, 2011, p. 87).

2.3 Ciencia 2.0

Se trata de una adaptación del término “web 2.0” al ámbito de la ciencia y que pone el foco en los cambios generados por la interconexión y la colaboración entre científicos y el uso de la tecnología 2.0. Este calificativo numérico, precisamente, acompañó a todo tipo de sustantivos, ya fueran las bibliotecas 2.0 o las escuelas 2.0, y era una manera de destacar tanto la colaboración entre iguales como la participación de los usuarios en el tema (esta última tendencia, de hecho, la ciencia abierta la recoge bajo el nombre de ciencia ciudadana).

Ben Shneiderman (2008) fue de los primeros autores en utilizar este término en un artículo que llevaba por título “Science 2.0”, que se publicó en una revista de amplia difusión como es *Science*, y en el cual recordaba que hay que aprovechar los beneficios que permite el trabajo en red.

“It is time for researchers in science to take network collaboration to the next phase and reap the potential intellectual and societal payoffs” (Shneiderman, 2008, p. 1349).

Constata los cambios que se han producido en los negocios, la educación y tantos otros ámbitos gracias a la colaboración y anima a los científicos a que hagan lo mismo.

Por otra parte, destaca una cuestión relevante: las estrategias básicas de la ciencia no varían (contrastar hipótesis, necesidad de validación, replicabilidad, etc.), con lo cual queda claro que la transformación no afecta la fundamentación básica de la ciencia.

The guiding strategies of Science 1.0 are still needed for Science 2.0: hypothesis testing, predictive models, and the need for validity, replicability and generalizability.

En el mismo año Mitchell Waldrop (2008) publicó un texto de divulgación científica, esta vez en *Scientific American*, refiriéndose también a la ciencia 2.0 que se centraba fundamentalmente en las experiencias de trabajo colaborativo de diversos científicos.

“Science 2.0 generally refers to new practices of scientists who post raw experimental results, nascent theories, claims of discovery and draft papers on the Web for others to see and comment on” (Waldrop, 2008, p. 69).

De hecho, parece referirse fundamentalmente a las actividades de divulgación científica en las redes (blogs, wikis, etc.) que una pequeña parte de los académicos ya habían iniciado:

“A small but growing number of researchers--and not just the younger ones--have begun to carry out their work via the wide-open blogs, wikis and social networks of Web 2.0. And although their efforts are still too scattered to be called a movement--yet--their experiences to date suggest that this kind of Web-based “Science 2.0” is not only more collegial than traditional science but considerably more productive” (Waldrop, 2008, p. 69).

Como en los casos anteriores el énfasis se coloca en la colaboración entre científicos que permiten las redes interconectadas y se aprovecha el amplio uso de web 2.0 para referirse a la web colaborativa. Se trata de un concepto que no tiene aún la amplitud del término ciencia abierta y que se centra en los aspectos participativos y colaborativos que ejemplifican las actividades de divulgación científica en las redes sociales.

2.4 Ciencia abierta

Fecher y Friesike (2014) llevan a cabo una revisión bibliográfica extensa y detallada sobre el concepto de ciencia abierta. Desde su punto de vista existen cinco conceptualizaciones o “escuelas de pensamiento” (utilizando sus propias palabras): la infraestructural (preocupada por la arquitectura tecnológica), la pública (accesibilidad de la creación de conocimiento), la medidora (medidas de impacto alternativas), la democrática (acceso al conocimiento) y la pragmática (investigación colaborativa).

Más recientemente, Vicente y Martínez (2018) han publicado otra revisión bibliográfica, en la cual analizan 75 estudios que tratan de ciencia abierta entre 1985 y 2016. En este caso se lleva a cabo un análisis conceptual y se establecen cuatro orientaciones basadas en las características predominantes: conocimiento transparente, conocimiento accesible, conocimiento compartido y conocimiento colaborativo. Además, proponen una definición de síntesis que integra estas cuatro cualidades a partir de su revisión:

“Open Science is transparent and accessible knowledge that is shared and developed through collaborative networks” (Vicente y Martínez, 2018, p. 7).

Además de estas dos revisiones bibliográficas, nos vamos a remontar a los primeros textos publicados con este término. Schroeder (2007) fue uno de los primeros que lo utilizó en el título de un artículo que repasaba las iniciativas existentes en aquel momento para desarrollar e-infraestructuras y promover la ciencia abierta, un término que, no obstante, no definió.

La declaración “Science commons” (Thaney, 2009) presentada en el seminario ESOF (EuroScience Open Forum) de 2008 es uno de los documentos fundacionales de esta nueva orientación. Allí se presentaron los principios de la ciencia abierta, que se centran en el acceso abierto (“open access to literature from funded research”), los datos (acceso a instrumentos y datos de investigación) y las ciberestructuras (desarrollo de infraestructuras).

Fry (2009), en el texto sobre e-ciencia y ciencia abierta antes comentado, destaca una doble dimensión de la “apertura” en la ciencia. La primera se refiere a la apertura de las fases de investigación (desde compartir datos hasta la difusión de los resultados en abierto) y, en segundo lugar, al grado de agregación (colaboración) entre los agentes implicados.

Bartling y Friesike (2014) son los editores del libro *Opening science* y autores del capítulo “Towards another scientific revolution” en el cual definen la ciencia abierta y también la diferencian de la ciencia 2.0, que se basa en la web 2.0 e internet mientras que el rasgo diferencial de la ciencia abierta es su apertura (openness). Esta es la característica definitiva ya que las actividades de investigación de la ciencia 2.0 se basan en la web 2.0 e internet y no necesariamente siguen el modelo de apertura de la ciencia abierta.

“Science 2.0 enables Open Science, but Science 2.0 does not necessarily have to happen in an Open Science fashion, since scientists can still employ features of the Internet, but stay very much put in terms of publishing their results. This might be due to cultural and legal restrictions” (Bartling y Friesike, 2014, p. 11).

Finalmente, destacamos un texto de Pontika *et al.* (2015), que concreta los contenidos de la ciencia abierta en cuatro elementos: acceso abierto, datos abiertos, software libre y reproducibilidad de la investigación y define cada uno de ellos para contextualizar mejor el alcance del nuevo modelo de investigación.

“In order to better understand the core components of OS we must provide a definition for each one of the four terms that compose it. Open access, [...] open data, [...] open source [...] open reproducible research” (Pontika *et al.*, 2015, p. 1).

Este trabajo (Pontika *et al.*, 2015) estuvo relacionado con los orígenes del proyecto FOSTER (Fostering the practical implementation of Open Science in Horizon 2020 and beyond), financiado por la Unión Europea para ayudar a los investigadores a adoptar las diferentes prácticas de la ciencia abierta, y que cuenta con guías de recursos por disciplinas y una destacable actividad formativa mediante cursos y seminarios. En sus materiales docentes incluye una definición precisa y detallada sobre ciencia abierta, que se ha ido completando con el tiempo.

“Open Science is the practice of science in such a way that others can collaborate and contribute, where research data, lab notes and other research processes are freely available, under terms that enable reuse, redistribution and reproduction of the research and its underlying data and methods”.

Se trata de una definición completa que describe la nueva manera de hacer ciencia a partir de sus valores (colaborar, contribuir, etc.), refiriéndose a algunos de sus elementos (datos de investigación, notas de laboratorio) y apuntando a los objetivos (reutilización, redistribución y reproducción).

Debe hacerse notar que el concepto de ciencia abierta no tiene una aceptación universal. A pesar de que está siendo usado en todas partes, la máxima intensidad la encontramos en Europa, de forma lógica ya que ha sido asumido como plan de trabajo por la Comisión Europea. Vale la pena también destacar que muchas de las actividades que en Europa consideramos de ciencia abierta, en Norte América se engloban bajo el concepto de “digital scholarship”.

2.4.1 El empuje de la Unión Europea

Ya hemos adelantado que la ciencia abierta tal y como la conocemos actualmente es un concepto promovido, desarrollado y fundamentado en la Unión Europea, en especial por parte de la Comisión Europea que ha ido perfilando este ámbito en diferentes documentos. Se ha recorrido un camino que se inicia en 2013 y que incluye también algunas de las etapas y los términos antes comentados ya sea la e-ciencia o la Ciencia 2.0, antes de llegar a la ciencia abierta. A continuación, veremos cómo se pasó de un esbozo primigenio a la formulación del concepto de ciencia abierta.

Ideas iniciales

El documento *Digital science in H2020* (Digital, 2013) fue impulsado por la Dirección General de Communications Networks, Content and Technology (CONNECT) de la Comisión Europea y se enmarca en el desarrollo del mercado único digital, uno de los objetivos prioritarios en aquel momento. Se trata de un documento seminal que utiliza el término “digital science” para caracterizar por primera vez la nueva orientación que debe darse a la investigación científica (un entorno científico colaborativo y abierto, que le facilite su acercamiento a la sociedad).

En 2014 la Comisión Europea ya había detectado el impacto de este nuevo modelo de investigación (denominado entonces Ciencia 2.0) y organiza una consulta pública para valorarlo. Se partió de un documento explicativo sobre el concepto de Ciencia 2.0, sus implicaciones, las oportunidades que presentaba, así como las barreras a las que hacía frente (Comisión Europea, 2014).

Como resultado de la consulta se publicó un documento que resumía las aportaciones obtenidas (Comisión Europea, 2015) y que incluía tres recomendaciones principales: favorecer la publicación en abierto de los resultados y de los datos de la investigación (incluyendo esto la creación de infraestructura, cuando sea necesario), formar a los investigadores en los conceptos e implicaciones de la ciencia abierta, y tener actitudes receptivas y proactivas frente a cambios que pueden avecinarse (Comisión Europea, 2015, p. 18-20). Aquí se incluye una primera definición de ciencia abierta que incluye los elementos constituyentes (TIC, redes y medios) así como sus valores o principios (abierta, global, colaborativa, etc.).

“Open Science aims at transforming science through ICT tools, networks and media, to make research more open, global, collaborative, creative and closer to society”.

Formulación (Open Science Agenda)

La consulta y su evaluación constituyó el punto de partida de una fase de formulación en la cual se ha desplegado la agenda para la ciencia abierta (open science agenda) y de la cual vamos a comentar los principales hitos.

El documento *Open innovation, open science, open to the world: A vision for Europe* (Comisión Europea, 2016) detalló las acciones que se estaban llevando a cabo (o que se deberían realizar) para caminar en dirección al nuevo horizonte establecido.

En abril de 2016 la Comisión Europea presentó la European Cloud Initiative, que muestra cuál debe ser la hoja de ruta para conseguir la European Open Science Cloud, una infraestructura que debe ser el entorno abierto para que la comunidad científica pueda almacenar, compartir y reutilizar los datos científicos y sus resultados.

En 2018 se creó el High Level Experts Group - Open Science Policy Platform con el objetivo de asesorar a la Comisión Europea en el camino iniciado. Este grupo presentó unas recomendaciones (Comisión Europea, 2018b) que se estructuran a partir de ocho ámbitos de la ciencia abierta: reconocimiento e incentivos; nuevos indicadores de métricas para la evaluación de la investigación, la comunicación científica del futuro, la European Open Science Cloud (EOSC), datos FAIR (findable, accesible, interoperable and reusable), integridad, capacitación y formación, y ciencia ciudadana. Estos elementos o dimensiones han sido tomados como base para que algunas organizaciones académicas (LERU, 2018) y bibliotecarias (Liber, 2018) organicen planes de acción para impulsar la ciencia abierta.

La Comisión Europea, por su parte, revisó las recomendaciones sobre acceso y preservación de la información científica, que eran de 2012, para adecuarlas al nuevo escenario (Comisión Europea, 2018a) y así favorecer el desarrollo de prácticas de ciencia abierta. En este documento se presenta una completa definición de la ciencia abierta:

“Open science refers to a new approach to the scientific process based on cooperative work and new ways of disseminating knowledge, improving accessibility to and re-usability of research outputs by using digital technologies and new collaborative tools” (Comisión Europea, 2018a).

Así pues, en la Unión Europea se dispone de un conjunto de medidas y acciones para favorecer el desarrollo de la ciencia abierta, y que incluyen aspectos relacionados con la infraestructura (la EOSC), la financiación de la investigación (el programa marco H2020 ha ido incorporando exigencias sobre publicaciones y datos abiertos) y las políticas de promoción (recomendaciones a los estados miembros).

Hasta ahora todos los documentos y publicaciones que hemos comentado transmiten una visión positiva de la ciencia abierta. Para finalizar este apartado, queremos referirnos también a algunas visiones críticas para que den el debido complemento a nuestra panorámica. En este sentido, debemos destacar el artículo “The future(s) of open science” (Mirovski, 2018), que señala que la ciencia abierta es la confluencia del ethos de la ciencia colaborativa con el capitalismo de plataforma. Mirovski desconfía de la ciencia abierta porque la ve impulsada por el neoliberalismo y no cree que detrás de ella exista ningún cambio de modelo. El texto alerta de los riesgos del surgimiento de plataformas de ciencia abierta similares a Facebook o Google que dispongan de un control mayoritario del nuevo ámbito que se está creando. Este nuevo Facebook de la Ciencia irá integrando servicios distintos y los incluirá en un

mismo entorno global para facilitar las distintas necesidades de la investigación científica. Al final del artículo Mirovski incluye referencias a Elsevier y Clarivate, comentando adquisiciones de productos y servicios para incluirlos en sus plataformas de apoyo a la investigación.

3 LOS COMPONENTES

En el apartado anterior hemos caracterizado los antecedentes de la ciencia abierta a partir del análisis de la evolución de su denominación y su conceptualización. De todas formas, no hemos profundizado en un elemento clave, el de los componentes o elementos que constituyen el sustrato y la base de la ciencia abierta. Cinco documentos de la revisión bibliográfica anterior se refieren de manera explícita a estos componentes de la ciencia abierta y esto nos ha llevado a realizar un análisis básico para determinar los componentes que se destacan y mencionan en cada uno de los textos.

| Documento | Elementos / componentes |
|--------------------------------|--|
| Pontika <i>et al.</i> (2015) | acceso abierto, datos abiertos, código abierto, y reproducibilidad |
| Comisión Europea (2016, p. 36) | ciencia ciudadana, código abierto, pre-print, acceso abierto, reputación alternativa, bibliografía colaborativa, blogs científicos, anotaciones abiertas, datos abiertos, <i>open tab books-workflow</i> , <i>data intensive</i> |
| FOSTER (2018) | <i>open notebooks</i> , datos abiertos, revisión abierta, acceso abierto, software libre, redes sociales académicas, ciencia ciudadana y recursos educativos abiertos |
| Vicente-Sáez, Martínez (2018) | acceso abierto, datos de investigación, altmetricas, <i>open notebooks</i> , <i>open labbooks</i> , blogs, bibliografías colaborativas, ciencia ciudadana, revisión abierta, pre-registro, software libre, datos abiertos |
| OSPP (Comisión Europea, 2018b) | incentivos, métricas de nueva generación, acceso abierto, infraestructuras, datos abiertos, integridad en la investigación, formación y ciencia ciudadana. |

Tabla I. Los elementos constituyentes de la ciencia abierta.

Del análisis de la tabla se desprende, en primer lugar, una notable diferencia en el número de elementos constitutivos de la ciencia abierta en unos textos que solo están separados por un máximo de tres años. Así pues, encontramos autores que consideran tan solo cuatro componentes (Pontika *et al.*, 2015) mientras que, en el otro extremo, otros llegan a citar doce elementos (Vicente-Sáez, 2018). Este hecho podría parecer un tanto sorprendente y ser una prueba de la alta disparidad sobre el concepto. En nuestra opinión, sin embargo, la ausencia de una relación canónica de los elementos que la componen demuestra la propia novedad del concepto de ciencia abierta.

Ahora bien, si afinamos un poco más en el análisis, encontramos un núcleo de dos elementos que están siempre presentes en todas las representaciones: acceso abierto y datos abiertos. Son los más desarrollados y los que, de hecho, han constituido la base para la formulación del concepto de ciencia abierta. Esta consideración está refrendada de manera más contundente si se lleva a cabo un análisis más amplio de la bibliografía académica sobre la cuestión y, especialmente, si se diseccionan los diversos planes sobre ciencia abierta que algunos países han ido aprobando (Francia, Finlandia, etc.).

A continuación, encontramos un segundo bloque formado por componentes que no suscitan unanimidad pero que están citados con cierta frecuencia. Estos serían la revisión abierta por pares, el software libre, los recursos educativos abiertos y la ciencia ciudadana.

Finalmente, podríamos considerar un tercer grupo de elementos donde encontraríamos aquellos que se han citado esporádicamente, como las redes sociales, las altmetricas, los cuadernos abiertos, etc. que pueden acompañar a la ciencia abierta pero que, en nuestra opinión, no son propiamente partes de esta.

Ahora bien, estos tres grupos que hemos establecido proceden de un análisis externo cuantitativo y no han tenido en cuenta el posible impacto o prestigio que algunas de las propuestas puedan tener. Este ha sido el caso de las recomendaciones de la Open Science Policy Platform (Comisión Europea, 2018b), que incluyen ocho apartados (incentivos, métricas de nueva generación, acceso abierto, infraestructuras, datos abiertos, integridad en la investigación, formación y ciencia ciudadana) que han sido tomados como base para la elaboración de algunas hojas

de ruta de prestigiosas organizaciones académicas (LERU, 2018; Liber, 2018) con lo cual parece que se están constituyendo como los elementos “canónicos” de la ciencia abierta. Esto es así, a pesar de que algunos de estos elementos (como la formación o los nuevos modelos de evaluación) son más instrumentos o medios para conseguir el despliegue de la ciencia abierta que componentes de esta.

Parecería, por otra parte, que es posible un avance, desarrollo o consolidación de cada uno de estos elementos de manera independiente al concepto de ciencia abierta y, de hecho, así se ha producido hasta el momento, como lo prueba el hecho de que diversos componentes (acceso abierto, datos abiertos, software libre) son anteriores a la ciencia abierta. De todas formas, parece también fuera de toda duda que el hecho de disponer de un marco global de referencia bien definido les permite avanzar de manera más rápida e intensa.

4 CONCLUSIONES

El análisis de la evolución del concepto de ciencia abierta pone de manifiesto que los cambios en las denominaciones han ido acompañados, en general, por modificaciones en el concepto. Así pues, e-Ciencia pone el foco en la infraestructura de cálculo y comunicación, la ciencia interconectada, en el uso de las redes sociales e internet, la ciencia 2.0, en el uso de la red para compartir los resultados y obtener comentarios de colegas, mientras que la ciencia abierta supone la apertura de todas las fases de la investigación científica. Con el paso de los años, pues, se han realizado diversos cambios terminológicos que muestran la evolución del concepto y un incremento en su complejidad.

Por otro lado, existe también una notable discrepancia en cuáles son los elementos que constituyen la arquitectura básica de la ciencia abierta. Como se ha constatado, se encuentran ejemplos de textos que toman en consideración tan solo cuatro componentes (Pontika *et al.*, 2015) mientras que otros llegan hasta la docena (Vicente, Martínez, 2018). De todas formas, dos de ellos –acceso abierto y datos abiertos–, que son anteriores al propio concepto de ciencia abierta, se encuentran en todas las caracterizaciones. En estos momentos, parece que las recomendaciones de OSPP, que incluyen ocho elementos (incentivos, métricas de nueva generación, acceso abierto, infraestructuras, datos abiertos, integridad en la investigación, formación y ciencia ciudadana) están consiguiendo un importante reconocimiento y parece que se están imponiendo como el modelo que podríamos llamar “canónico” de los componentes de la ciencia abierta. Habrá que ver cómo va evolucionando.

¿Cuál es la relación entre estas partes y el todo? En nuestra opinión, la ciencia abierta no es un todo superior a la suma de sus partes, no se trata de un concepto que supere a sus componentes. Una de las visiones más extendidas de la ciencia abierta es su consideración de término paraguas, una denominación bajo la cual se engloban diversos elementos como los antes mencionados. Coincidimos con esta valoración. Si pudiéramos visualizar la ciencia abierta como un objeto seguramente apreciaríamos con claridad cada una de sus partes componentes, pero nos sería más difícil ver cuál es la silueta del objeto en sí mismo. La ciencia abierta, no es aún, por tanto, un concepto bien perfilado y delimitado.

Por otro lado, no se puede olvidar que el desarrollo de la ciencia abierta dependerá del avance en cada uno de los componentes antes citados, y se debe recordar que algunos de ellos tienen aún camino por recorrer (en especial, el cambio en el modelo de incentivos y el establecimiento de nuevas métricas). Sin el progreso uniforme y armonizado de la mayoría de estos elementos no será posible una adopción generalizada de este nuevo modelo transformador de la investigación científica. Además, también se deberá invertir en la difusión y formación en la ciencia abierta y, especialmente, en establecer los incentivos que aceleren una amplia adopción a medio plazo.

5 BIBLIOGRAFÍA

- ANGLADA, LI. y ABADAL, E. ¿Qué es la ciencia abierta? Anuario *ThinkEPI*, 2018, vol. 12, p. 292-298. Disponible en: <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.43>.
- BARTLING, S. y FRIESIKE, S. Towards Another Scientific Revolution. En: Bartling S. y Friesike S. (eds). *Opening Science*. Springer, Cham: 2014. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_1.
- CHRISTENSEN, C.M.; RAYNOR, M.E. y MCDONALD, R. What is disruptive innovation? *Harvard Business Review*, 2015, issue. 21-04-16.
- COMISIÓN EUROPEA. *Public Consultation: ‘Science 2.0’: Science in Transition* (background document). Bruselas: Directorates-General for Research and Innovation (RTD) and Communications Networks, Content and Technology (CONNECT), 2014. Disponible en: <https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/background.pdf> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].

- COMISIÓN EUROPEA. *A Digital Single Market Strategy for Europe – COM (2015) 192 final: About Shaping the Digital Single Market*. Bruselas, 2015. Disponible en: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-single-market-strategy-europe-com2015-192-final>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- COMISIÓN EUROPEA. Research and Innovation. *Validation of the results of the public consultation on Science 2.0: Science in Transition*. Bruselas, 2015. Disponible en: <https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/science_2_0_final_report.pdf> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- COMISIÓN EUROPEA. *Open innovation, open science, open to the world*. Bruselas: European Commission's Directorate-General for Research & Innovation (RTD), 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.2777/061652>.
- COMISIÓN EUROPEA. *Horizon 2020: Work Programme 2016 – 2017: 16. Science with and for Society*. European Commission Decision C (2017) 2468 of 24 April 2017. Bruselas, 2017. Disponible en: <http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-swfs_en.pdf> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- COMISIÓN EUROPEA. Commission Recommendation of 25.4.2018 on access to and preservation of scientific information. Bruselas, 2018a. Disponible en: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/recommendation-access-and-preservation-scientific-information>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- COMISIÓN EUROPEA. *Open Science Policy Platform Recommendations*. [Bruselas]: European Commission, 2018b. Disponible en: <https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/integrated_advice_opspp_recommendations.pdf> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- COMISIÓN EUROPEA. *Open Science*. Bruselas, 2018c. Disponible en: <<http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- DAVID, P. Understanding the emergence of 'open science' institutions: functionalist economics in historical context. *Industrial and Corporate Change*, 2004, vol. 13, n° 4, p. 571-589. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icc/dth023>.
- DAVID, P. The Historical Origins of 'Open Science': An Essay on Patronage, Reputation and Common Agency Contracting in the Scientific Revolution. *Capitalism and Society*, 2008, vol. 3, n° 2. Disponible en: <https://doi.org/10.2202/1932-0213.1040>.
- Digital science in Horizon 2020*. Bruselas, Marzo 2013. Disponible en: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-science-horizon-2020>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- DONG, Y.; MA, H.; SHEN, Z. y WANG, K. A Century of Science: Globalization of Scientific Collaborations, Citations, and Innovations. *ArXiv*, 2017. ArXiv:1704.05150v2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1145/3097983.3098016>.
- FECHER, B. y FRIESIKE, S. Open Science: One Term, Five Schools of Thought. En: BARTLING, S. y FRIESIKE, S. (eds.), *Opening Science*. 2014. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2.
- FECYT. *Libro blanco e-CIENCIA en España 2004*. Madrid: FECYT, 2005. Disponible en: <<https://www.fecyt.es/es/publicacion/libro-blanco-e-ciencia-en-espana>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- FOSTER. *The future of science is open*. 2018a. Disponible en: <<https://www.fosteropenscience.eu/>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- FOSTER. *Open science taxonomy*. 2018b. Disponible en: <<https://www.fosteropenscience.eu/foster-taxonomy/open-science>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- FRY, J.; SCHROEDER, R. y DEN BESTEN, M. Open science in e-science: contingency or policy? *Journal of Documentation*, 2009, vol. 65, n° 1, p. 6-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/00220410910926103>.
- GEZELTER, D. [Michael Nielsen]: an informal definition of OpenScience. *The open science project*. 2011. Disponible en: <<http://www.openscience.org/blog/?p=454>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- HEY, T. y TREFETHEN, A. The UK e-Science Core Programme and the Grid. *Future Generation Computer Systems*, 2002, vol. 18, p.1017–1031.
- HEY, T. y TREFETHEN, A. The data deluge: an e-Science perspective. En: *Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality*. Edited by F. Berman, A. Hey and G. Fox. John Wiley & Sons, 2003
- KUHN, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- LERU. *Open science and its role in universities: a roadmap for cultural change*. Leuven: LERU, 2018. Disponible en: <<https://www.leru.org/files/LERU-AP24-Open-Science-full-paper.pdf>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- MERTON, R.K. *Social theory and social structure*. Enlarged ed. New York: The Free Press; London: Collier MacMillan, 1968.
- MIROWSKI, P. The future(s) of open science. *Social Studies of Science*, 2018, vol. 48, n° 2, p. 171-203. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0306312718772086>.
- NIELSEN, M. *The future of science*. 2008. Disponible en: <<http://michaelnielsen.org/blog/the-future-of-science-2/>> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- NIELSEN, M. *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, cop. 2012.

- OECD. Making Open Science a Reality, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 2015, nº 25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>.
- PONTIKA, N.; KNOTH, P.; CANCELLIERI, M. y PEARCE, S. Fostering Open Science to Research using a Taxonomy and an eLearning Portal. En: *iKnow: 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data Driven Business*, 21 - 22 octubre 2015, Graz, Austria. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2809563.2809571>.
- SCHROEDER, R. e-Research Infrastructures and Open Science: Towards a New System of Knowledge Production? *Prometheus: Critical Studies in Innovation*, 2007, vol. 25, nº 1, p. 1-17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/08109020601172860>.
- SHNEIDERMAN, B. "Science 2.0". *Science*, 2008, vol. 319, 7 marzo. Disponible en: <http://science.sciencemag.org/content/319/5868/1349> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- THANEY, K. *Laying out the principles of open science*. 2009. Disponible en: https://www.slideshare.net/kaythaney/laying-out-the-principles-of-open-science-presentation/3-science-commonsprinciples_of_open_science [Consulta: 30 de septiembre de 2019].
- VICENTE-SÁEZ, R. y MARTÍNEZ-FUENTES, C. Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>.
- WALDROP, M. Science 2.0: Great New Tool, or Great Risk? *Scientific American*, 2008. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/science-2-point-0-great-new-tool-or-great-risk/> [Consulta: 30 de septiembre de 2019].