

Los contextos comunicativos de la calidad del aire



EDITORES

Macarena Parejo Cuéllar
Eduardo Pinilla Gil
Santiago Fernández Rodríguez

Dykinson, S.L.

**Los contextos comunicativos
de la calidad del aire**

Sobre la colección

La colección *Medios de comunicación y transformación social* incorpora libros que desarrollen un análisis vinculado a:

1. Un enfoque constructivo sobre las alternativas comunicativas para transformar la violencia en sus diferentes manifestaciones (estructural, cultural y directa) y sus posibilidades para fomentar una convivencia pacífica.
2. Análisis de la relación los medios de comunicación y los diversos tipos de conflictos (conflictos sociales, conflictos armados, conflictos internacionales, crisis humanitarias, entre otros).

Esta colección es parte de las actividades científicas de la Red de Investigación en Comunicación Comunitaria Alternativa y Participativa (RICCAP) <https://www.riccap.org/es/>

Coordinadores de la colección

Alex Iván Arévalo Salinas, Universidad de Extremadura

Alejandro Barranquero Carretero, Universidad Carlos III

Comité científico de la colección

Marcial García Lopez, Universidad de Málaga

Esther Simancas González, Universidad de Cádiz

Álvaro Blanco Morett, Universidad de Málaga

Rubén Ramos Antón, Universidad Castilla-La Mancha

Daniel Cabrera Altieri, Universidad de Zaragoza

María Angulo Egea, Universidad de Zaragoza

Miguel Álvarez Peralta, Universidad Rey Juan Carlos

Sonia Paris Albert, Universitat Jaume I de Castellón

Francisco Javier López Ferrández, Universidad Rey Juan Carlos

Juan Ramos Martín, Universidad Pontificia Javeriana, Colombia

José Luis Valhondo Crego, Universidad de Extremadura

José Candón Mena, Universidad de Sevilla

Chiara Sáez Baeza, Universidad de Chile

Los contextos comunicativos de la calidad del aire

Macarena Parejo Cuéllar
Eduardo Pinilla Gil
Santiago Fernández Rodríguez
(editores)



Proyecto IB 20081
Estrategias de Traslación Mediática para Información
Pública sobre Calidad del Aire en Extremadura



Cofinanciado por
la Unión Europea



Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional

Dykinson, S.L.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

Este libro ha sido financiado por la Junta de Extremadura,
a través de la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda digital,
con cofinanciación de la Unión Europea, financiado por Fondos FEDER,
en el marco de la convocatoria 2020 de ayudas destinadas
a la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+i
de la comunidad autónoma de Extremadura. Proyecto Comunaire: IB20081
Estrategias de traslación mediática para información
sobre calidad del aire en Extremadura.

© Copyright by
Los autores
Madrid, 2024

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1070-280-6
DOI: 10.14679/3220

Preimpresión:
Realizada por los autores

Índice

Presentación	11
---------------------------	-----------

CAPÍTULO I. Nace Comunaire: estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura	13
---	-----------

Macarena Parejo-Cuéllar

<i>Introducción</i>	<i>13</i>
<i>La comunicación de la ciencia: salud, medio ambiente, científicos y periodistas</i>	<i>14</i>
<i>El papel de las universidades como generadoras de conocimiento, elemento en el planteamiento de Comunaire</i>	<i>15</i>
<i>Innovadores entornos para la comunicación de la ciencia: nuevos actores y nuevos retos</i>	<i>15</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>17</i>
<i>Referencias</i>	<i>18</i>

CAPÍTULO II. Comunicación del riesgo para la salud humana causado por la contaminación atmosférica	21
---	-----------

Eduardo Pinilla-Gil, Francisco de Asís Iñesta-Vaquera

<i>1. Riesgo para la salud humana por exposición a contaminación atmosférica.</i>	<i>21</i>
<i>2. La necesidad de comunicar los riesgos de la contaminación del aire para reducir su impacto sobre la salud poblacional</i>	<i>22</i>
<i>3. Indicadores para la comunicación de la calidad del aire</i>	<i>23</i>
<i>4. Principales actores en la comunicación a la sociedad sobre el riesgo de la contaminación del aire para la salud pública</i>	<i>25</i>
4.1. Agencias oficiales (europeas, nacionales)	25
4.2. Sociedades Científicas	27
4.3. Organizaciones no gubernamentales	27
4.4. Fundaciones	29

4.5. Profesionales sanitarios	29
5. Estrategias generales para la comunicación del riesgo	30
6. Índices de calidad del aire o índices de contaminación atmosférica	32
Referencias	36

CAPÍTULO III. Una radiografía de la investigación científica en Scopus sobre comunicación medioambiental y calidad del aire 39

Samanta Flores-Jaramillo, Javier Trabadelo-Robles

<i>Introducción</i>	39
<i>Metodología</i>	40
<i>Resultados</i>	41
<i>Conclusiones</i>	47
<i>Referencias</i>	47

CAPÍTULO IV. Educomunicación ambiental. Percepción y conocimiento de la calidad del aire en la ciudadanía 49

Patricia de-Casas-Moreno, Daniel Rodrigo-Cano

<i>Introducción</i>	49
<i>Educomunicar en una sociedad sostenible: retos y oportunidades en el s. XXI</i>	50
<i>Medios de comunicación y calidad del aire: percepción y conocimiento de la ciudadanía</i>	52
<i>Estrategias para una educomunicación efectiva ante la calidad del aire</i>	53
<i>Conclusiones</i>	55
<i>Referencias</i>	55

CAPÍTULO V. Estrategias de medición del impacto de la calidad del aire aerobiológico mediante medios de comunicación en Extremadura 59

Santiago Fernández-Rodríguez, Remedios Pérez-Calderón

<i>Introducción</i>	59
<i>Estrategia a seguir</i>	60
<i>Resultados esperados</i>	62
<i>Referencias</i>	62

CAPÍTULO VI. La ciencia ciudadana. Experiencias vividas a través del proyecto COMUNICAIRE 65

Juan Jesús Hidalgo-Barquero, Lorenzo Calvo-Blázquez

1.	<i>El origen y concepto de ciencia ciudadana</i>	65
2.	<i>Principios y aspectos básicos determinados por la ECSA para el desarrollo de la ciencia ciudadana</i>	67
3.	<i>Aspectos prácticos para la definición y ejecución de los proyectos de ciencia ciudadana</i>	68
4.	<i>Beneficios de desarrollar o participar en proyectos de ciencia ciudadana</i>	69
5.	<i>Los principios de la divulgación para hacer la ciencia ciudadana inclusiva</i>	71
6.	<i>Evaluación del impacto de las actividades de ciencia ciudadana</i>	71
7.	<i>La difusión de la calidad del aire a través de la ciencia ciudadana</i>	72
8.	<i>Experiencias vividas de actividades de ciencia ciudadana a través del proyecto COMUNICAIRE.</i>	73
	<i>Referencias</i>	75

CAPÍTULO VII. El género infográfico como herramienta imprescindible en la transferencia de conocimiento sobre calidad del aire 77

Jose M. Pinilla-Gonzalez, Lucas García-Ramírez, Clara E. Marcos-Gómez

	<i>Introducción</i>	77
	<i>La infografía científica.</i>	80
	<i>La infografía en COMUNICAIRE.</i>	86
	<i>El color</i>	90
	<i>Conclusiones</i>	94
	<i>Referencias</i>	94

CAPÍTULO VIII Comunicación de la ciencia en audio: el caso de los podcasts sobre medio ambiente en España y Brasil en la plataforma Spotify 99

Marcelo Freire, Debora Cristina Lopez, Daniel Martín-Pena

1.	<i>Introducción</i>	99
2.	<i>Comunicar ciencia por radio</i>	100
3.	<i>Metodología</i>	101
4.	<i>Presentación y análisis de datos</i>	103

5.	<i>Conclusiones</i>	109
6.	<i>Referencias</i>	110

CAPÍTULO IX. La visibilidad de los contenidos relacionados con la calidad del aire en los buscadores 113

María García-García, José M. Pinilla-Gonzalez, M. Victoria Carrillo-Durán

<i>Introducción</i>	113
<i>Escribir para ser visibles. La importancia de los buscadores</i>	114
<i>La elección de las palabras clave en los proyectos de investigación</i>	115
<i>Las palabras clave del proyecto COMUNICAIRE</i>	116
<i>Las webs</i>	117
<i>Medios sociales</i>	119
<i>Blog</i>	119
<i>Conclusiones</i>	120
<i>Referencias</i>	121

CAPÍTULO X. Bulos en el aire: desinformación y verificación de noticias 123

Eva Pérez-López, Teresa Alzás-García

1.	<i>Introducción</i>	123
2.	<i>Marco teórico</i>	124
2.1.	Desinformación, bulos y calidad del aire	124
2.2.	Verificación de hechos y la construcción de la credibilidad	124
2.3.	Verificación de noticias sobre medio ambiente	124
3.	<i>Método</i>	125
3.1.	Maldita.es: un caso de estudio en la verificación de hechos	125
3.2.	Muestra	125
3.3.	Procedimiento	127
4.	<i>Análisis de resultados</i>	128
5.	<i>Conclusiones</i>	138
6.	<i>Referencias</i>	139

Presentación

Este libro supone la puesta en común de algunos de los principales resultados obtenidos a través de COMUNICAIRE gracias a sendos estudios realizados por los integrantes del equipo de investigación. Estos trabajos académicos, enmarcados en el proyecto de investigación “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura”, proyecto IB20081 financiado por la Junta de Extremadura, con cofinanciación de la Unión Europea, en el marco de la convocatoria 2020 de ayudas destinadas a la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+i de la comunidad autónoma de Extremadura, responden al objetivo planteado, hace tres años, por cuanto buscan incidir en el estudio de modelos de comunicación de aspectos importantes relacionados con la salud de las personas: la aerobiología, en cuanto a origen y predicciones de niveles de polen en determinados periodos de tiempo, y la contaminación atmosférica, incluyendo contaminantes químicos y radón.

Además, una de las piedras angulares de esta iniciativa ha sido el carácter multidisciplinar de los integrantes de los distintos estudios. Comunicadores, periodistas, sociólogos, alergólogos, expertos en calidad del aire, contaminación atmosférica y aerobiología han trabajado al unísono para encontrar, desde el modelo científico, nuevos cauces de la comunicación de la ciencia, y hoy escriben en distintos capítulos su contribución al focus temático de la idea.

Gracias a esta iniciativa, hoy resumida en parte en este manual que aquí se presenta, se han conocido las necesidades comunicativas de los ciudadanos en materia de calidad del aire y se han testado distintas herramientas de comunicación para encontrar una gestión eficaz del tan ansiado diálogo ciencia y sociedad.

A través de este proyecto se ha buscado implementar y mejorar la transferencia de conocimiento aplicada en calidad del aire mediante un canal de comunicación abierto, asíncrono y participativo para el público en general a través de una metodología de trabajo basada en la comunicación veraz constante con la ciudadanía extremeña. El plan estratégico de comunicación está abierto a incorporar información de otras ciudades, tratándose de un sistema totalmente abierto y escalable aplicable a otra red de información.

Para ello, la estructura con la que se ha concebido este manual que aquí se presenta podemos dividirla en tres grandes bloques:

- Una parte sustancial del libro está orientada a la contextualización académica y social de la comunicación medioambiental y de calidad del aire.

- Otro bloque del texto se centra en el papel de la educomunicación y de la variable ciudadana como motor del cambio social del contexto de la ciencia en materia medioambiental.
- Y por último, a lo largo del manual se ofrece una visión de la experiencia vivida en la utilización de herramientas e instrumentos comunicativos para lograr la transferencia de este conocimiento a la sociedad.

Este compendio de estudios son muestra del compromiso social de las universidades por contribuir a crear una ciudadanía cada vez más crítica y participativa. Este hecho pasa por la necesidad de seguir innovando en la gestión de la información que generan y este texto es muestra de este afán por crear nuevos cauces de entendimiento, analizando los instrumentos que funcionan, los que no y ofrecer alternativas y recursos de profesionalización de sus estrategias de acercamiento a la sociedad.

CAPÍTULO I.

Nace Comunaire: estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura

Macarena Parejo-Cuéllar¹

Introducción

“Toda persona tiene derecho a formar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”. La Declaración Universal de los Derechos Humanos, proclamada por las Naciones Unidas, en 1948, como un ideal común para todos los pueblos, es un documento que marca un hito en la historia y que pone de manifiesto la importancia del periodismo científico y la divulgación de la ciencia. Este concepto es para Elías (2009; 2011) mucho más complejo que el término de divulgación por cuanto exige una contextualización del hecho noticioso, aunque comparte con él otras misiones como son la construcción del espíritu crítico, la formación, la transferencia del conocimiento y la transformación social (Vivas et al., 2018). Y es que, solo de esta forma se podrán dejar de ver, como una realidad aun palpable, las palabras del nobel Santiago Ramón y Cajal: “al carro de la cultura española le falta la rueda de la ciencia”. Calvo (2006) habla, en este aspecto, de que los medios, en general, y el periodismo científico, en particular (Estévez, 2014; Jódar, 2010), “están llamados a realizar, junto con el sistema educativo, un esfuerzo gigantesco de instrucción prospectiva, y en una escala sin precedentes hasta ahora” y con un objetivo bellamente precisado por el profesor Federico Mayor Zaragoza: ‘Evitar el estado de ignorancia informada’”.

Precisamente, el proyecto de investigación Comunaire, “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura”, ha sido concebido como una herramienta a través de la cual ofrecer esa lectura y ese espíritu crítico al ciudadano (Aguillo, 1998; Aguilera et al., 2010; Cormier et al., 2009; Costa, 2001 y 2008; Galdón, 1994; Mayor & Rodríguez, 2016) a través del ofrecimiento y puesta a punto

¹ Doctora en Comunicación por la Universidad de Extremadura. Graduada en Comunicación y Periodismo. Profesora Contratada Doctora en el área de Periodismo de la Universidad de Extremadura (España). Principales líneas de estudio: Comunicación de la ciencia; medios de comunicación universitarios. macarenapc@unex.es. IP COMUNICAIRE (proyecto IB20081 financiado por la Junta de Extremadura, con cofinanciación de la Unión Europea, en el marco de la convocatoria 2020 de ayudas destinadas a la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+i de la comunidad autónoma de Extremadura)

de nuevos canales de comunicación a un sector vulnerable de la población, sobre todo desde un punto de vista comunicativo basado en la información sobre calidad del aire con interés sanitario condicionado por la alergología y relacionado, también, con contaminación atmosférica en las principales ciudades de Extremadura.

Como dijo en su día Alcalde (2018), “la ciencia es una aventura colectiva, y (...) aunque el Salón de la Fama de la investigación esté lleno de fotos individuales y en los medios de comunicación entrevistemos a científicos y científicas (Ander-Egg, 1999) como responsables de un hallazgo, no existe ningún avance en ningún área de la investigación que haya recaído solo en los hombros de una persona”. En este sentido, el proyecto ha permitido aportar conocimiento a esta área de conocimiento, al lograr definir perfiles de usuarios, conocer las necesidades informativas en calidad del aire y testar las herramientas comunicativas más efectivas. De la misma forma, a lo largo de los tres años de duración se ha podido analizar la variable ciudadana aportando un modelo de comunicación transferible a otras muchas áreas del conocimiento.

La comunicación de la ciencia: salud, medio ambiente, científicos y periodistas

Es una realidad que existe una falta de confianza por parte del científico hacia el proceso comunicativo del periodista. De hecho, los investigadores están encontrando nuevos nichos para comunicar la ciencia utilizando una amplia gama de medios *on-line* (por ejemplo, *Twitter*, *Facebook*, *blogs*) desarrollando así diversas estrategias, desde los términos alfabetización científica y comprensión pública de la ciencia (Area-Moreira et al., 2012) hasta el actual compromiso público (*public engagement*). Esto se debe, en parte, a que los investigadores siguen experimentando una sensación de riesgo ante la posibilidad de que sus palabras sean malinterpretadas por el periodista. Esto quizás ha llevado a que, de manera natural, la relación ciencia y sociedad haya tratado de ir más allá de los media con el diseño de nuevos y factibles mecanismos de contacto. Sin embargo, también es una variable a tener en cuenta la falta de profesionalización en asuntos como medio ambiente y sanidad por parte de los medios de comunicación.

Está claro que la comunicación biosanitaria como especialidad no ha sido una constante en los medios de comunicación españoles. Como subrayan Ronco, Peñafiel y Echegaray (2014) cuando en 1977 se creó el Ministerio de Sanidad y Seguridad, la prensa escrita se encontraba sin periodistas especializados y sin una idea clara de dónde ubicar la incipiente información de la política sanitaria. Tampoco el periodismo medioambiental se perfila como una prioridad en los medios generalistas.

Mercado-Sáez y Monedero-Morales (2022) han abordado la evolución del peso relativo de la información sobre cambio climático en el marco del periodismo ambiental desde 2009 a 2020 en la esfera mediática. En su estudio, hablan de vaivenes informativos, de que el cambio climático ocupa estos espacios y advierten que todavía hay que pelear para posicionar en las redacciones las cuestiones medioambientales. Eso, a pesar de que cerca de más de una veintena de profesionales y 80 medios de comunicación ya se comprometieron a la mejora del ejercicio periodístico y al cumplimiento de la función social de los medios

de comunicación ante este fenómeno a través del Decálogo de recomendaciones para informar sobre el cambio.

Y es que, aunque como explica Ollé (2022), se han configurado nuevas fuentes de información periodísticas para la curación, la verificación, el contraste y la comprobación de noticias como es *Science Media Center España* o *Maldito Clima*, dos proyectos comunicativos que tratan de luchar por combatir la desinformación de la mano de las voces expertas, la realidad es que la enorme falta de especialización en los medios de comunicación generalistas conduce a que cometan errores graves como el alarmismo o un tratamiento superficial de la información, y con ello el temor del científico hacia ese tratamiento informativo.

El papel de las universidades como generadoras de conocimiento, elemento clave en el planteamiento de Comunicaire

Las universidades, en este sentido, generadoras del 70-80% del conocimiento científico se convierten en fuentes pero también en medios de comunicación en sí mismas (Blanco-López, 2017; Elías, 2008 y 2011; Carim & Warwick, 2013; Chapleo, 2010;). De ahí, que fuera preciso validar y calibrar el alcance del plan estratégico planteado pudiendo obtener una modelización de la respuesta que permita modular la transmisión de la información sobre calidad del aire en Extremadura, tanto en los aspectos aerobiológicos como en los aspectos relacionados con la contaminación atmosférica, incluyendo contaminantes químicos y radón.

Para ello, el objetivo principal de la propuesta planteada ha sido diseñar un plan de comunicación eficaz que permita mejorar los sistemas de información y difusión de la información sobre calidad del aire y, por ende, una mejora en la calidad de vida de los extremeños. El principal reto, a la vez que la máxima fortaleza, ha sido el equipo multidisciplinar que ha trabajado al frente de esta iniciativa investigadora. Se ha tratado de un grupo de investigación diverso e innovador conformado por especialistas en medicina (alergólogos, sanitarios), en contaminación atmosférica (químicos), en radiactividad ambiental (físicos) y expertos en comunicación, periodismo y divulgación científica.

Innovadores entornos para la comunicación de la ciencia: nuevos actores y nuevos retos

Solo es preciso realizar una búsqueda en la red para observar la infinidad de herramientas, guías y recursos educativos puestos al servicio de los investigadores, los periodistas, las instituciones y los ciudadanos a la hora de comunicar e informarse, de manera autónoma, acerca de temas relativos al medio ambiente. Revuelta et al. (2023, p. 46), hablan, en ese sentido, del triángulo “Investigación, formación y práctica de la comunicación científica”, donde confluyen distintos agentes que contribuyen a la diseminación del conocimiento.

Las nuevas reglas del juego, con la desintermediación de la información ambiental y la proliferación de múltiples audiencias lleva, no obstante, a preguntarse por la eficacia comunicativa de esta ingente cantidad de contenido. Sin lugar a dudas, este fenómeno lleva también a cuestionarse acerca de la responsabilidad de los actores (De Semir, 2013), en nuestro caso de los científicos.

La propia Ley 17/2022, de 5 de septiembre, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación así lo refleja. En la citada norma se indica como premisa, que se torna necesario “mejorar la formación y la cultura científica e innovadora de la sociedad, al objeto de que todas las personas puedan adquirir un mayor conocimiento científico, comprender los procesos y naturaleza de la ciencia y su relación con la sociedad”.

Aunque un deber y una obligación, para los investigadores, esta aproximación del conocimiento científico a los ciudadanos es, en ocasiones, “un arte de visibilidad académica” (Auris et al., 2023, p. 468) y en otros un proceso bello y mágico (Golombek, 2021) poco reconocido. Algunos estudios ponen encima de la mesa una clara realidad. Y es que es necesario desarrollar una política institucional universitaria que equilibre los incentivos en el currículum de los profesores universitarios y que, este tipo de acciones, cuente en las evaluaciones a las que se ven constantemente sometidos los científicos (Lazcano et al., 2019).

De hecho, en 2024, cuando se discuten los Procedimientos para la obtención de la acreditación estatal para el acceso a los cuerpos docentes universitarios –conforme al Real Decreto 678/2023, de 18 de julio, por el que se regula la acreditación estatal para el acceso a los cuerpos docentes universitarios y el régimen de los concursos de acceso a plazas de dichos cuerpos– es ya una realidad que comienzan a ser valorados.

Incluso, las propias agencias financiadoras de I+D ya no solo esperan que los investigadores obtengan impacto académico con sus estudios, les exigen también impacto social (Smith et al., 2020). La Unión Europea ha detectado que uno de los retos a mejorar en los proyectos de ciencia, es mejorar la comunicación efectiva (Campos, 2022) de proyectos financiados con fondos públicos (European Commission, 2017).

Campos (2022) recuerda que son muchas las ventajas que para los científicos posee el hecho de transferir el conocimiento a la ciudadanía. En ese sentido, subrayan que supone cumplir con la ciudadanía en aras de la responsabilidad social pero además supone un agente promotor de su propia carrera científica. La comunicación les otorga visibilidad, notoriedad, entre otros. Nadkarni et al., (2019) abogan, en este sentido, por el modelo embajador donde se refuerza la figura comunicativa del científico y desdibuja el “modelo deficitario” donde al binomio ciencia sociedad le separa una enorme torre de marfil (Seethaler et al., 2019).

Se trataría de llegar al “modelo de comprensión crítica” de la ciencia en público (CUSP, Critical Understanding of Science in Public) del que habla Alcívar (2015) y que requiere de un manejo y de unas competencias comunicativas por parte del científico. En estos momentos, más que nunca es preciso alinear las estrategias de comunicación con los objetivos y resultados de la Ciencia, pero la misma debe ser trazada de inicio a fin y no de forma improvisada. Una adecuada comunicación se desarrolla desde el comienzo de la

acción y continúa a lo largo de toda la vida del proyecto, debiendo estar planificada estratégicamente y no siendo constituida por esfuerzos ad-hoc.

Los logros alcanzados a través del trabajo multidisciplinar de investigadores de áreas tan dispares

Resulta escaso el espacio de este capítulo para enumerar los logros y resultados alcanzados desde la puesta en marcha de este proyecto. Sendas tesis doctorales que se defenderán próximamente y distintos capítulos de libro, contribuciones en congresos y publicación en revistas de prestigio dan buena cuenta de ello. También los trabajos que siguen a este primer capítulo. De manera esquemática, podemos decir que Communicaire ha desarrollado:

- Un análisis bibliográfico exhaustivo de la investigación en comunicación de la ciencia para el conocimiento de las herramientas más empleadas para transferir el conocimiento.
- Un análisis de las necesidades informativas de los ciudadanos, basada en cinco grandes *stakeholders*: mayores, público en general, alérgicos, corredores, así como clientes de farmacias. En ese apartado se han identificado sus principales canales informativos a través de los cuales se informan sobre aspectos relacionados con la calidad del aire.
- Otra aportación original del proyecto ha consistido en el desarrollo, por primera vez en Extremadura, de una campaña de uso de sensores de bajo coste para la medida de la calidad del aire por parte de ciudadanos voluntarios, seguida de una interpretación de experiencia de usuario. La implicación de la ciudadanía en la generación de información ambiental, en este caso de datos sobre niveles de contaminación atmosférica, es una importante tendencia actual (Commodore et al., 2017), apoyada en la disponibilidad actual de sensores asequibles y miniaturizados, que se enmarca en la estrategia general de -ciencia ciudadana-incentivada por la Unión Europea.
- Por último, en base a los resultados obtenidos en los dos apartados anteriores, se ha procedido a testar distintas herramientas comunicativas para conocer su efectividad para con los usuarios objeto de estudio en este focus temático.

A partir de los datos obtenidos se ha propuesto un plan de comunicación para difusión de datos sobre calidad del aire en la región, que incluye entre otros aspectos, un manual de comunicación sobre calidad del aire así como un decálogo de buenas prácticas tanto para periodistas como para investigadores.

Conclusiones

Habida cuenta de la experiencia vivida, más allá de los resultados y entregables obtenidos, el proyecto Communicaire (proyecto IB20081 financiado por la Junta de Extremadura, con cofinanciación de la Unión Europea, en el marco de la convocatoria

2020 de ayudas destinadas a la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+I de la comunidad autónoma de Extremadura) ha puesto de manifiesto la necesidad de que expertos en comunicación y expertos de otras áreas de conocimiento, como en este caso ha sido la aerobiología y la calidad del aire, trabajen al unísono en la transferencia de conocimiento a la ciudadanía.

El diálogo con la sociedad, la ciencia ciudadana y el desarrollo de estrategias como esta permiten no solo avanzar en encarar una nueva etapa comunicacional fraguada por el proceso de globalización y que obliga a competir con otros sistemas internacionales, nacionales o regionales de formación y acreditación. Esta iniciativa está, en este sentido, sobradamente justificada precisamente por su capacidad de aunar formatos con los que dar a conocer de una manera amena y sencilla los avances científicos y hacer partícipe del discurso científico a toda la sociedad civil.

Referencias

- Aguilera, M., Farias, P., & Baraybar, A. (2010). La comunicación universitaria: modelos, tendencias y herramientas para una nueva relación con sus públicos. *Icono14*(2), 90-124. <https://doi.org/10.7195/ri14.v8i2.248>
- Aguillo, I. (1998). Hacia un concepto documental de sede web. *El profesional de la información, revista internacional científica y profesional*, 7(1).
- Alcalde, J. (21/10/2018). ¿De dónde viene la expresión «A hombros de gigantes»? *La Razón*. Disponible en: <https://www.larazon.es/cultura/de-donde-viene-la-expresion-a-hombros-de-gigantes-LD20238740/>
- Alcibar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191 (773): a242. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Ander-Egg (1999). *Metodologías de acción social*. Madrid: ICSA
- Area-Moreira, M., & Pessoa, T. (2012). From solid to liquid: New literacies to the cultural changes of Web 2.0. [De lo sólido a lo líquido: Las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0]. *Comunicar*, 38, 13-20. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-01>
- Auris Villegas, D., Vilca Arana, M., Saavedra Villar, P., Leiva Aguilar, N., & Arritola Fernández, S. (2023). Divulgación científica: arte de visibilidad y alto impacto. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 7(27), 468-480. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.530>
- Blanco, A. (2017). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1(2), 70-86. [PDF] <https://bit.ly/3OJCp5Y>
- Calvo, M (2006). La ciencia como material informativo: relaciones entre el conocimiento y la comunicación, en beneficio del individuo y la sociedad. Madrid: CIEMAT
- Campos, A. (2022). Comunicación efectiva de la ciencia: ¿qué es y cómo ayuda a los científicos a mejorar su carrera y cumplir objetivos de impacto social? Revisión de la literatura. *Hipertext.net*, 24, 23-39. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i24.03>
- Carim, L., & Warwick, C. (2013). Use of social media for corporate communications by research-funding organisations in the UK. *Public Relations Review*, 39, 521-525
- Chapleo, C. (2010). ¿What defines ‘successful’ university brands? *The International Journal of Public Sector Management*, 23(2), 169. <https://doi.org/10.1108/09513551011022519>
- Commodore, A., Wilson, S., Muhammad, O., Svendsen, E., & Pearce, J. (2017). Community-based participatory research for the study of air pollution: a review of motivations, approaches, and outcomes. *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6063-7>

- Cormier, D., Ledoux, M. J., & Magnan, M. (2009). The Use of Web Sites as a Disclosure Platform for Corporate Performance: Some Canadian Evidence. *International Journal of Accounting Information Systems*, 10(1). <https://bit.ly/3fo4rQR>
- Costa, J. (2001) La comunicación en acción. Informe sobre la nueva cultura de la gestión. Barcelona: Paidós.
- Costa, C. (2008). Medicina y salud en la prensa. Las noticias de salud en los principales diarios de Galicia. *Revista Latina de Comunicación Social*, 63, 15-21. <https://doi.org/10.4185/RLCS-63-2008-750-015-021>
- De Semir Zivojnovic, V. (2013). Protagonistas y públicos de la comunicación científica. *Revista Luciérnaga*, 5(10), 94-102. <https://bit.ly/3uzRqAw>
- Eliás, C (2008). *Fundamentos de Periodismo Científico y Divulgación Mediática*. Madrid: Alianza Editorial. ISBN: 978-84-206-8418-5
- Eliás, C (2009). La cultura convergente y la filosofía Web 2.0 en la reformulación de la comunicación científica en la era del ciberperiodismo. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 185(737), 623-634. <https://bit.ly/305XFc0>
- Eliás, C. (2011). El periodismo científico como paradigma de la “noticia acatamiento”: Una demostración desde las fuentes y una alerta de sus peligros. *Revista Periodística*, 11, 81-93. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/Periodistica/article/view/42030/328974>
- Estévez, L. (2014). Cómo conseguir presencia en los medios sin un gabinete de prensa. Barcelona: Editorial UOC
- European Commission. (2017). Horizon 2020: Key findings from the interim evaluation Publicatoin Office of the European Union <https://doi.org/10.2777/46837>
- Galdón, G. (1994). *Desinformación: método, aspectos y soluciones*. Pamplona: Eunsa. ISBN: 978 84 31312947
- Golombek, D. (junio 29, 2021). *Tenemos que contar y compartir que la ciencia también es belleza y magia*. Universidad Católica del Mahule. <https://bit.ly/3SXnTtM>
- Jódar, J. (2010). La era digital: nuevos medios, nuevos usuarios y nuevos profesionales. *Razón y palabra*. 71. [PDF]. <https://bit.ly/32a62WA>
- Lazcano, D., Viedma, G., & Alcaino, T. (2019). Comunicación de la Ciencia desde la Mirada de los Investigadores Universitarios: entre el Indicador y la Vocación. *Formación universitaria*, 12(6), 27-40. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000600027>
- Mayor, D., & Rodríguez, D. (2016). Aprendizaje-Servicio y práctica docente: una relación para el cambio educativo. *Revista de Investigación Educativa*. 34, 535-552. <https://doi.org/10.6018/rie.34.2.231401>
- Mercado-Sáez, D. M. T., & Monedero-Morales, D. C. R. (2022). Los temas del Periodismo ambiental como especialización informativa. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 56, 51-63. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2022.i56.04>
- Nadkarni, N. M., Weber, C. Q., Goldman, S. V., Schatz, D. L., Allen, S., & Menlove, R. (2019). Beyond the deficit model: The ambassador approach to public engagement. *BioScience*, 69(4), 305-313. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz018>
- Ollé, C. (2022). Nuevas fuentes de información para el periodismo científico. COMeIN: *Revista de los Estudios de Ciencias de la Información y de la Comunicación*, 121. <https://doi.org/10.7238/c.n121.2229>
- Revuelta, G.; Llorente, C., & Saladié, N. (2023). *La comunicación científica en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). <https://doi.org/10.58121/gvn9-h856>
- Ronco, M., Peñafiel, C., & Echegaray, L. (2014). El periodismo de salud en la prensa española (2000-2010). Aproximación a los estudios documentales existentes. *Documentación de las Ciencias de la Información*, 37, 267-304. https://doi.org/10.5209/rev_DCIN.2014.v37.46827
- Seethaler, S., Evans, J. H., Gere, C., & Rajagopalan, R. M. (2019). Science, Values, and Science Communication: Competencies for Pushing Beyond the Deficit Model. *Science Communication*, 41(3), 378-388. <https://doi.org/10.1177/1075547019847484>

- Smith, C. E., Nevarez, E., & Zhu, H. (2020). Disseminating Research News in HCI: Perceived Hazards, How-To's, and Opportunities for Innovation. Proceedings of the 2020 CHI *Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376744>
- Vivas, A., Parejo, M., & Martín, D. (2018). *Divulgación científica y función social en las universidades*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya): Madrid (España) I.S.B.N.: 978-84-368-3988-3

CAPÍTULO II.

Comunicación del riesgo para la salud humana causado por la contaminación atmosférica

Eduardo Pinilla-Gil²

Francisco de Asís Iñesta-Vaquera³

1. Riesgo para la salud humana por exposición a contaminación atmosférica.

La contaminación del aire en entornos comunitarios, domésticos y laborales es una de las principales causas de mortalidad por enfermedades no transmisibles y uno de los principales contribuyentes a la carga mundial de morbilidad (Cohen et al., 2017). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 4,2 millones de personas mueren prematuramente cada año debido a la contaminación del aire (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021). A pesar de los esfuerzos por mejorar la contaminación del aire, el 92 % de la población mundial vive en áreas que exceden los niveles máximos de exposición recomendados (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021).

La contaminación atmosférica está compuesta por una mezcla compleja de gases y material particulado (PM; del inglés *particulate matter*) cuya composición está sujeta a variaciones geográficas (espaciales/temporales), atmosféricas y antropocéntricas (origen de la fuente) (Escher et al., 2020; Liang et al., 2016). El PM se puede clasificar atendiendo a sus propiedades aerodinámicas en PM₁₀: partículas gruesas <10 µm de diámetro; PM_{2.5}: partículas finas <2.5 µm; y PM_{0.1} (o partículas ultrafinas, UFP): menores a 100 nm (Traboulsi et al.,

² Licenciado (1987) y doctor (1991) en Química por la Universidad de Extremadura. Catedrático de Universidad en el área de Química Analítica de la Universidad de Extremadura (España). Principales líneas de estudio: nuevas metodologías analíticas para el estudio de la contaminación ambiental, focalizándose principalmente en la simplificación y miniaturización de los métodos para análisis descentralizado y de campo. Interpretación de la contaminación atmosférica. epinilla@unex.es. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5873-7580>

³ Licenciado (2003) con Grado (2004) en Biología por la Universidad de Extremadura. Doctor (2010) en Bioquímica y Biología Molecular por la Universidad Autónoma de Madrid desarrollado en el Centro Nacional de Biotecnología (CSIC). Trabaja como investigador postdoctoral en la Universidad de Dundee (Reino Unido, 2014-2022) donde se especializa en el estudio de los eventos moleculares iniciales tras exposición a químicos ambientales. Actualmente es Profesor Contratado Doctor en el área de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura (España). Principales líneas de estudio: desarrollo de biomarcadores de exposición a contaminantes ambientales para estimación de riesgo para la salud; establecer las causas del desarrollo de enfermedades en humanos tras exposición a contaminantes ambientales. finestavaquera@unex.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4579-7418>

2017). Está claramente demostrado que la exposición elevada a las partículas atmosféricas agrava una amplia gama de enfermedades humanas, incluidas las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias, así como la diabetes tipo 2, el cáncer de pulmón, la neumonía, la enfermedad renal crónica, la hipertensión y demencia (Bowe et al., 2019). Los diversos estudios epidemiológicos también han permitido una mejor comprensión de los complejos efectos que el PM tiene sobre la salud, incluidas las respuestas cardiovasculares de fase aguda (Peters et al., 2001), la hipertensión (Hamanaka & Mutlu, 2018), el aumento de glóbulos blancos y plaquetas (Schwartz, 2001), entre otros (Schraufnagel et al., 2019b). A pesar de una disminución general de la contaminación atmosférica en los países desarrollados, la prevalencia de enfermedades asociadas sigue siendo alta. Esto se explica en parte porque los procesos bioquímicos y celulares subyacentes involucrados se ven afectados por la contaminación del aire incluso en los niveles más bajos de exposición (Ambrose & Barua, 2004; Strulovici-Barel et al., 2010).

Hasta la fecha, la investigación científica y las iniciativas políticas encaminadas a bajar la exposición al aire contaminado se han centrado en regulaciones y soluciones tecnológicas para reducir las emisiones contaminantes. Sin embargo, las autoridades locales y nacionales cada vez más utilizan estrategias de comunicación para informar sobre el riesgo de un aire de mala calidad y cambiar las actitudes, comportamientos y percepción del público sobre este problema de salud pública. A este esfuerzo educativo contribuyen multitud de asociaciones no gubernamentales que ayudan a que la población comprenda mejor las medidas para reducir la contaminación y la importancia de reducir la exposición para prevenir problemas de salud. Estas campañas de comunicación han demostrado ser efectivas para incrementar la comprensión clara de los beneficios de respirar un aire limpio, no sólo en una zona geográfica, sino también para los grupos más vulnerables de la sociedad.

2. La necesidad de comunicar los riesgos de la contaminación del aire para reducir su impacto sobre la salud poblacional

La comunicación a la sociedad sobre los efectos de la contaminación del aire es esencial para aceptar las medidas encaminadas a reducir la exposición a estos contaminantes y sus efectos sobre la salud. Las autoridades (locales/nacionales) suelen utilizar diferentes vías para informar al público sobre este problema. Esta información también ayuda a cambiar actitudes y comportamientos en la población, así como la demanda y promoción de medidas de precaución. Además, como se detalla más adelante, existen varios actores fundamentales que son fuente de información sobre la contaminación atmosférica y sus efectos sobre las personas, como son grupos de presión ambiental, organizaciones comunitarias, profesionales de la salud, escuelas y universidades. Estos agentes utilizan una amplia gama de canales de comunicación, que van desde las redes sociales hasta las exposiciones, periódicos, conferencias, etc.

Aunque los efectos sobre la salud de la contaminación del aire comienzan a ser parcialmente conocidos por la comunidad científica, existen una serie de circunstancias específicas que dificultan la comunicación a la sociedad de sus riesgos asociados. Una de las características más importante es que los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica no son fáciles de enlazar de manera inmediata con la aparición de una enfermedad. Aunque existen efectos a corto plazo que se manifiestan dentro de la 48h tras

una exposición elevada (por ejemplo, efectos cardiovasculares) (Badeenezhad et al., 2023), la mayoría de los efectos sobre otros tejidos aparecen tras una exposición crónica y en etapas tardías de la vida (Shi et al., 2023). Además, no siempre la relación causa-efecto es clara. Actualmente los laboratorios de investigación básica trabajan para identificar biomarcadores específicos que ayuden a trazar esa causalidad (Inesta-Vaquera et al., 2023).

Otra peculiaridad de los problemas de salud generados por la contaminación del aire es que la mayoría de sus efectos debe contemplarse desde el riesgo para el total de la población o grupos de vulnerabilidad en lugar de un riesgo percibido a nivel individual. Hasta ahora, se han utilizado medidas epidemiológicas tradicionales (riesgo absoluto y relativo) para comprender la causa de la enfermedad y describir el impacto de los factores que están asociados a un aumento de probabilidad de enfermedad. Sin embargo, estos no dan una indicación clara del impacto de un factor de riesgo a nivel poblacional, ya que no tienen en cuenta la prevalencia de ese factor de riesgo en una población. Para que los sistemas de salud asignen recursos de manera efectiva y desarrollen servicios de acuerdo con sus prioridades de salud, es necesario producir y comunicar cifras que muestren el impacto de estos factores en la población local de manera que puedan calcularse y comprenderse fácilmente (Heller et al., 2003).

Finalmente, en toda campaña de comunicación el público objetivo debe ser parte del mensaje. En el caso particular de la contaminación atmosférica, los factores socioeconómicos, junto con la ubicación geográfica, son determinantes importantes de la susceptibilidad individual a los contaminantes tóxicos. Estos factores conllevan a disparidades en la salud impulsadas por contaminantes ambientales. Se ha observado que comunidades con menores recursos educativos y bajo nivel socioeconómico se encuentran desproporcionalmente más expuestas a contaminantes del aire y otros peligros ambientales, con la consecuente mayor susceptibilidad a una mala salud. Esto se añade a otros factores estresantes psicosociales, como la discriminación, el estrés crónico y menos oportunidades para elegir comportamientos saludables, lo que resulta en un peor estado de salud (Hajat et al., 2015). Por tanto, al diseñar estrategias de comunicación de la calidad del aire, es importante no solo considerar los objetivos generales de comunicación de la intervención, sino también comprender a la población objetivo para que el contenido creado sea relevante para esa población específica y garantizar el acceso a los canales de comunicación que se utilizan.

3. Indicadores para la comunicación de la calidad del aire

La OMS publica periódicamente directrices sobre la calidad del aire basadas en la evidencia científica disponible y sus efectos sobre la salud, con el fin de ayudar a los gobiernos y a la sociedad civil a reducir la exposición humana a la contaminación del aire y reducir sus efectos adversos. Estas directrices son actualizadas cada cierto tiempo para acomodar las nuevas evidencias científicas generadas sobre los efectos de la polución del aire. Estas guías globales proporcionan valores numéricos que se definen como el nivel de exposición más bajo a un contaminante del aire por encima del cual los científicos han probado que hay un aumento de los efectos adversos para la salud. Es decir, niveles para los que se ha demostrado que existe una evidencia de certeza alta o moderada de una asociación entre un contaminante particular y un resultado específico sobre la salud. Estas actualizaciones ejercen un impacto significativo sobre las políticas de reducción de la

contaminación en todo el mundo, ya que estimulan tanto a las autoridades como a la sociedad civil a aumentar los esfuerzos para controlar y estudiar las exposiciones nocivas a la contaminación del aire (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021).

Las directrices para proteger a las poblaciones de los efectos adversos de la contaminación del aire están diseñadas para servir como referencia global a grandes grupos, que incluyen a i) expertos técnicos a nivel local, nacional e internacional que son responsables de desarrollar e implementar regulaciones y estándares para la calidad del aire, el control de la contaminación del aire, la planificación urbana y otras áreas de políticas; ii) autoridades nacionales y locales y organizaciones no gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, como pacientes, asociaciones de ciudadanos, industriales y medioambientales; iii) profesionales del mundo académico, la evaluación del impacto ambiental y sanitario e investigadores en el campo de la contaminación del aire.

En la tabla 1, se resumen los niveles máximos de exposición recomendados a los principales contaminantes atmosféricos, que incluyen partículas PM_{2.5}, PM₁₀, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. A medida que se investiga más en este campo, con una aproximación multi e interdisciplinar, se genera un conjunto de pruebas mucho más sólidas que muestran cómo la contaminación del aire afecta diferentes aspectos de la salud a concentraciones más bajas de lo que se pensaba hasta hace unos años.

Tabla 1. Valores guía de calidad del aire de la OMS publicados en 2021. (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021).

Contaminante	Tiempo de exposición	Nivel de referencia de calidad del aire
PM _{2.5} , µg/m ³	Anual	5
	24 horas	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Anual	15
	24 horas	45
O ₃ , µg/m ³	Temporada alta	60
	8 horas	100
NO ₂ , µg/m ³	Anual	10
	24 horas	25
SO ₂ , µg/m ³	24 horas	40
CO, mg/m ³	24 horas	4

Las recomendaciones se formulan siguiendo un proceso riguroso en el que participan varios grupos con funciones y responsabilidades definidas. Este trabajo incluye la revisión sistemática de la evidencia científica y el meta-análisis de estimaciones de efectos cuantitativos que se utilizan para i) generar las guías de calidad del aire; ii) evaluar el nivel

de certeza de los conjuntos de evidencia resultantes de la revisión sistemática de los contaminantes; y iii) la identificación de niveles guía, es decir, los niveles más bajos de exposición para los cuales existe evidencia de efectos adversos para la salud. Estas revisiones son publicadas en su totalidad en revistas especializadas junto a otras pruebas que apoyan sus conclusiones de manera gratuita, asegurando el acceso público a todo el contexto del trabajo e información metodológica adoptados (Pérez Velasco & Jarosińska, 2022).

Por ejemplo, durante el año 2022 se publicaron las nuevas guías de exposición. En la revisión sistemática y metaanálisis que se hizo de los datos disponibles sobre los efectos de PM_{2.5} y las PM₁₀ se observó que estas partículas están asociadas a una mayor mortalidad vinculada a todas las causas estudiadas, incluyendo enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón. Los valores de *hazard ratio* combinados para la mortalidad son 1,08 (IC del 95%: 1,06, 1,09) por cada aumento de 10 µg/m³ de PM_{2.5} y 1,04 (IC del 95%: 1,03, 1,06) por cada aumento de 10 µg/m³ de PM₁₀. Además, se llegó a la conclusión de que la fracción PM_{2.5} se asocia con un mayor riesgo de mortalidad a niveles de exposición muy por debajo de los niveles recomendados previamente por la OMS (10 µg/m³). Todos estos datos han llevado a los científicos a concluir que no es posible determinar un umbral de exposición a PM por debajo del cual no existan efectos sobre la salud (Pérez Velasco & Jarosińska, 2022).

Cabe destacar que estas revisiones sistemáticas proporcionan información cuantitativa sobre la magnitud de los riesgos, pero no valoran la posible relación causal. A grandes rasgos, esta relación causal se explica porque la inhalación de PM puede provocar lesiones, estrés oxidativo e inflamación en el tracto respiratorio y a nivel sistémico. La exposición persistente o intermitente a PM durante meses o años puede provocar efectos acumulativos o crónicos en células que explicaría la consecuente mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares, cáncer de pulmón u otras enfermedades (Kelly & Fussell, 2017; Schraufnagel et al., 2019b, 2019a).

4. Principales actores en la comunicación a la sociedad sobre el riesgo de la contaminación del aire para la salud pública

Una comunicación efectiva sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud aumentará la percepción de riesgo, reforzará conductas positivas e influirá para seguir las normas sociales encaminadas a reducir dicha exposición. Entre los objetivos de las campañas debería estar el empoderar a las personas para permitir que actúen o acepten acciones basadas en consejos de grupos de expertos para protegerse, prevenir o reducir la exposición al aire contaminado y de ese modo reducir los daños asociados. Esta tarea corresponde a diferentes grupos sociales que cubren todos los aspectos relacionados con esta problemática. Estos actores esenciales incluyen:

4.1. Agencias oficiales (europeas, nacionales)

Los diferentes gobiernos están llevando a cabo una importante labor pedagógica sobre la importancia de la calidad del aire, cómo afecta a nuestra salud y proponen buenas

prácticas para evitar nuestra exposición. Además, los gobiernos pueden adoptar índices de calidad del aire (ICA) para informar y comunicar sobre el estado de la calidad del aire al público (*Personal Interventions and Risk Communication on Air Pollution*, n.d.), tal y como se describe más adelante. Algunas agencias desarrollan campañas más específicas, como el desarrollo de sistemas de alerta para advertir al público (particularmente a las personas en riesgo) cuando ocurren episodios de alta contaminación del aire.

A continuación, describimos varios ejemplos representativos de campañas educativas. Todos ellos suelen venir acompañados de abundante material informativo que está disponible al público para su descarga y difusión. En España, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico posee un tema dedicado a la Atmósfera y calidad del aire en su sección de Calidad y Evaluación ambiental. En estas [páginas](#) se presenta información sobre la contaminación atmosférica y su control a través de limitaciones de las emisiones de contaminantes y de la evaluación de sus concentraciones en el aire.

Dentro de este marco, se han organizado acciones de difusión y concienciación de la ciudadanía sobre el impacto de las emisiones de contaminantes del aire y sobre las acciones que se pueden llevar a cabo para su reducción. El objetivo de estas acciones es fomentar hábitos y prácticas saludables y medioambientalmente sostenibles. Para alcanzar este objetivo se han elaborado materiales divulgativos que explican los contenidos generales del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA). También se han elaborado infografías relacionadas con acciones que la ciudadanía puede llevar a cabo en su hogar y en su vida cotidiana relacionadas con el sector residencial, los residuos, el uso doméstico de disolventes y el transporte. Por ejemplo, se ha elaborado un material divulgativo en relación con la quema de leña en el sector residencial basado en el documento “Code of Good practice for Wood burning and small combustion installations” de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU).

En el Reino Unido, el comité [COMEAP](#) (Committee on the Medical Effects of Air Pollutants) se constituyó a solicitud del Departamento de Salud y Atención Social (DHSC) para asesorar a diferentes agencias del Reino Unido sobre los efectos en la salud de los contaminantes del aire (interior y exterior) basándose en los datos actualmente disponibles e identificar áreas en las que se debería investigar más. Sus miembros proceden de diversos campos especializados, como la ciencia de la calidad del aire, la química atmosférica, la toxicología, la fisiología, la epidemiología, la estadística, la pediatría y la cardiología. También hay dos miembros no profesionales que ayudan a garantizar que el público en general pueda acceder y comprender el trabajo del comité.

La COMEAP se ha convertido en uno de los comités científicos más prestigiosos a nivel internacional y sus informes cubren una gran variedad de temas, desde la demencia hasta el cambio climático, así como cuestiones técnicas relacionadas con la cuantificación de los efectos de la contaminación del aire y la toxicidad de las partículas en la salud. De manera relevante, el comité también participa en la revisión de los sistemas de información sobre la calidad del aire (AQIS) de Defra, UKHSA y DHSC, destinada a mejorar la comunicación de información sobre la calidad del aire.

Otras agencias internacionales de referencia que incluyen entre sus tareas la comunicación sobre la calidad del aire son la agencias europeas ([EEA](#)) y estadounidense para la protección del ambiente ([US-EPA](#)). Estas agencias poseen amplios programas de comunicación sobre la problemática de la calidad del aire en nuestro entorno.

4.2. Sociedades Científicas

Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud es un problema multidisciplinar. Por tanto, las soluciones a este problema deben ser informadas por los consejos de diferentes disciplinas científicas, incluyendo de ciencia básica, médicas, expertos en exposición, epidemiólogos y toxicólogos para abordar esta cuestión extremadamente importante. Estas sociedades científicas informan al público sobre la complejidad del tema y la importancia relativa de las diferentes fuentes de contaminantes.

En particular, los congresos de sociedades de toxicología incluyen a menudo simposios donde los científicos exponen los últimos avances en su investigación sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud, como por ejemplo los últimos congresos de la federación europea de sociedades de toxicología ([EUROTOX 2023](#)), la sociedad británica de toxicología ([The BTS 2021](#)) o la Sociedad de toxicología medioambiental y química ([SETAC 2024](#)).

De manera relevante, estas sociedades encargan a sus integrantes documentos que se publican de manera gratuita y accesible al público general sobre diferentes aspectos relacionados con la contaminación del aire. Por ejemplo, los autores de este capítulo han publicado recientemente en la sociedad británica de toxicología un [informe](#) en el que explican la importancia de establecer una relación causal entre partículas contaminantes y efectos específicos sobre la salud. Otras sociedades, como la sociedad de toxicología americana, publican [documentos](#) de posicionamiento sobre una amplia gama de contaminantes ambientales.

4.3. Organizaciones no gubernamentales

Una mala calidad del aire tiene efectos concretos sobre diferentes órganos y además puede potenciar enfermedades previamente existentes. La investigación sobre estos efectos ha contribuido a establecer relaciones directas e indirectas sobre estos efectos en la salud (p.ej. cardío-respiratorios, demencia, metabólicas). Por lo tanto, cada vez más organizaciones no gubernamentales dedicadas a fomentar la investigación, divulgación y acompañamiento de pacientes con enfermedades específicas recogen la calidad del aire entre sus causas y ponen en marcha campañas de información sobre los efectos de la mala calidad del aire en esa enfermedad. A continuación, ponemos algunos ejemplos interesantes de cómo estas asociaciones comunican los efectos de la contaminación atmosférica sobre las principales enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica. Si bien la amplia mayoría son asociaciones de países de lengua inglesa, la información que recogen en sus páginas webs está escrita en un lenguaje accesible al público no especialista y disponible en varios idiomas.

Diferentes asociaciones promueven la educación, investigación y promoción de los impactos de la calidad del aire en la salud respiratoria, por ejemplo, la estadounidense

“[Respiratory Health Association](#)” o la inglesa “[Lung + Asthma UK](#)”. En las páginas webs de ambas asociaciones se enfatiza cómo un aire limpio es esencial para unos pulmones sanos. Se exponen diferentes documentos en los que se explican los riesgos de diferentes tipos de contaminantes para la salud respiratoria, dónde y cómo la calidad del aire puede empeorar y qué hacer para minimizar los efectos de la mala calidad del aire. Además, ofrecen consejos para disminuir la exposición a mala calidad del aire, incluyendo limitar las actividades al aire libre y el ejercicio para evitar respirar demasiado aire contaminado, cambios de hábito y transporte, y sitios web para consultar los pronósticos de contaminación para verificar si es probable que el área local se vea afectada por contaminación.

La asociación “[British Heart Foundation](#)” se centra en explicar los efectos de la contaminación del aire en el aparato cardiovascular. Cuando se respira aire de mala calidad, ciertos componentes del aire pueden viajar al torrente sanguíneo a través de los pulmones y llegar al corazón, aumentando el riesgo de desarrollar enfermedades cardíacas y circulatorias. Por ejemplo, los contaminantes del aire pueden hacer los vasos sanguíneos más estrechos y rígidos, haciendo más difícil la circulación sanguínea. Esto es especialmente grave en personas con dolencias cardíacas previas o en vasos sanguíneos más pequeños como los del cerebro. En su web, esta asociación explica acciones sencillas para disminuir los niveles de contaminación del aire en nuestros hogares, así como qué hacer para reducir nuestra exposición a contaminantes en espacios públicos durante nuestro día a día.

Un número creciente de estudios también han relacionado la exposición a la contaminación del aire con el aumento de riesgo del desarrollo de demencia. De hecho, la prestigiosa revista *The Lancet* recientemente incluyó la polución del aire como uno de los principales riesgos para desarrollar demencia (Livingston et al., 2020). Sin embargo, aún queda bastante trabajo para comprender las causas moleculares por las que la contaminación puede generar demencia. Por ejemplo, la evidencia científica aun no puede discernir si la contaminación del aire es la causante directa de la demencia, pero sí está demostrado que las personas expuestas a una mayor contaminación del aire tienen más probabilidades de desarrollar demencia. Tampoco sabemos qué niveles de contaminación, la duración de la exposición o en qué etapas de la vida nuestra exposición a la contaminación del aire aumenta el riesgo de demencia. Aun así, asociaciones orientadas al público general y pacientes (p.ej [Alzheimer’s Society](#)) comienzan a comunicar qué es la polución del aire y publican los últimos avances científicos que contribuyen a explicar cómo afecta a nuestra capacidad cognitiva.

Finalmente, destacaremos la relación entre contaminación del aire y el desarrollo de cáncer de pulmón. Si bien hay riesgos ambientales mayores que conducen al desarrollo de cáncer (p.ej. tabaquismo), la contaminación del aire causa aproximadamente 1 de cada 10 casos de cáncer de pulmón. En la asociación [Cancer research UK](#) señalan cómo el daño al ADN por las partículas del ambiente pueden desembocar en el desarrollo de cáncer.

Recientemente, todas estas asociaciones implicadas en la protección de la salud frente a los efectos de la contaminación del aire se han unido en una coalición denominada “[Healthy Air Coalition](#)”. Este colectivo de organizaciones representa a líderes en salud, medio ambiente y transporte con la visión compartida de un aire libre de contaminantes. La asociación de organizaciones con intereses complementarios se ha traducido en campañas de comunicación más efectivas y con mayor capacidad de influenciar las decisiones de las autoridades competentes en la materia.

4.4. Fundaciones

La contaminación del aire es una crisis de salud pública mundial y la cuarta causa de muerte a nivel mundial. De hecho, nueve de cada diez personas en todo el mundo respiran aire insalubre. Esto ha llevado a que varias fundaciones internacionales apoyen diversos programas en favor de un aire limpio movilizándolo a personas y organizaciones para actuar sobre la contaminación del aire a escala global.

Por ejemplo, la fundación “[Global Action Plan](#)” organiza diversas campañas de comunicación (tales como la campaña “El día del aire limpio”) para reducir la contaminación del aire, que reúne a comunidades, empresas, educación y el sector de la salud, mejorando la comprensión pública sobre la contaminación del aire, creando conciencia sobre cómo la contaminación del aire afecta nuestra salud y explicando algunas de las acciones más asequibles para que todos podamos abordarla.

Otra iniciativa interesante viene promovida por [Clean Air Fund](#), una organización filantrópica global que trabaja con gobiernos, empresas y activistas para mejorar la calidad del aire que respiramos. Uno de sus proyectos es dar soporte financiero al índice AQ (OpenAQ), una organización que recoge datos en tiempo real sobre la calidad del aire en ciudades de todo el mundo. OpenAQ es una plataforma de datos de código abierto y gratuita para que cualquier persona preocupada por la calidad del aire tenga acceso ilimitado a los datos que necesita para analizar, comunicar y defender el derecho a un aire limpio. Estas herramientas que ayudan a identificar la contaminación local son necesarias para reducir la contaminación y responsabilizar a los contaminadores. Por ejemplo, OpenAQ publica la única evaluación global sobre si los gobiernos nacionales están produciendo y compartiendo datos de calidad del aire con la población y cómo lo hacen.

4.5. Profesionales sanitarios






Los profesionales de la salud tienen una posición privilegiada para promover en la comunidad general y grupos más vulnerables cambios positivos en actitudes y comportamientos para reducir la exposición ambiental. La comunicación sanitaria incluye estrategias verbales y escritas para influir y dotar a individuos, poblaciones y comunidades de información para que tomen decisiones más saludables.



Los estudios de los profesionales de la salud se expanden a diferentes niveles: sugerencias sobre cambios efectivos en el entorno para reducir la exposición a contaminación ambiental, tales como pavimentos, tipos de combustible o hábitos no saludables (p.ej. fumar dentro de los hogares) (Lim et al., 2023). También estudian los impactos de las políticas de calidad del aire sobre la salud poblacional (Tsocheva et al., 2023) que ayudan al diseño y la implementación de zonas de bajas emisiones y aire limpio. Quizás, uno de los más efectivos sea la comunicación directa con pacientes con alto riesgo de sufrir los efectos de la contaminación atmosférica. Por ejemplo, dando consejo a familias con niños asmáticos y utilizando monitores de partículas, es posible reducir la exposición a contaminantes de esos niños, con la consecuente reducción de sus complicaciones respiratorias (Koh et al., 2021).

5. Estrategias generales para la comunicación del riesgo

La OMS presta especial atención a las estrategias de comunicación del riesgo ambiental como vía para la concienciación pública y para promover decisiones informadas sobre gestión ambiental. Así, en el marco del proyecto HERA (Health Environmental Research Agenda for Europe) expertos de la OMS e independientes han generado un detallado informe (World Health Organization Regional Office for Europe, 2021) sobre tendencias, teorías y conceptos dominantes en este ámbito. Se destacan en el informe las principales megatendencias que en las últimas décadas han transformado el campo de la comunicación del riesgo ambiental: la existencia de riesgos más complejos, más globales y más inciertos, el declive de la confianza del público en autoridades y expertos, la evolución de una comunicación unidireccional a otra bidireccional o multidireccional, la pérdida de influencia de los medios tradicionales y la fragmentación de los canales, el crecimiento de las noticias falsas y malintencionadas, o la intoxicación informativa. Según los resultados de los trabajos del proyecto HERA, la comunicación del riesgo medioambiental y para la salud puede ser conceptualizado según se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Características específicas de la comunicación del riesgo ambiental y riesgo para la salud.

	<p>EMISOR / FUENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Múltiples fuentes científicas/sanitarias -Desacuerdo de los expertos -Fuentes pseudocientíficas y/o no creíbles -Falta de confianza en las fuentes -Intereses diferentes -Audiencias como fuentes (por ejemplo, en situaciones de desastre)
	<p>MENSAJE</p> <ul style="list-style-type: none"> -Complejidad o naturaleza excesivamente técnica de los mensajes -Incertidumbre del contenido del mensaje -Mensajes que compiten entre los temas de medioambiente y salud
	<p>CANAL</p> <ul style="list-style-type: none"> -Informes selectivos o sesgados -Redes sociales que resaltan información falsa sobre información verificada -Foco en los aspectos sensacionalistas
	<p>RUIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Considerable ruido interno implícito en situaciones de crisis que afectan a la capacidad para enviar/recibir información -Abrumadora cantidad de información disponible -Ruido externo considerable (información falsa y engañosa incluyendo teorías conspirativas)
	<p>RECEPTOR</p> <ul style="list-style-type: none"> -Audiencias cautivas y no cautivas -Malentendidos/malinterpretación de la información -Percepción inexacta de los riesgos

	<p>CONTEXTO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Papel clave de los factores experienciales, sociales, políticos y culturales -Es necesaria la adaptación local aunque se hable de fenómenos globales -Papel de las condiciones, estructuras, sistemas preexistentes -Presencia de riesgo agudo y/o crónico
	<p>RETROALIMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprender las creencias/percepciones del público sobre los riesgos -Escucha social y monitorización para facilitar la comprensión -Establecer canales de retroalimentación para el público

Fuente: Adaptado de World Health Organization Regional Office for Europe, 2021.

Por otra parte, la OMS convoca reuniones de expertos en los que se exponen y discuten recomendaciones para la transmisión efectiva de la información sobre efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud, dirigida a grupos de interés específicos o a la población en general. A continuación se resumen las principales recomendaciones consensuadas en la reunión sobre comunicación del riesgo ambiental celebrada en Ginebra en 2019 (World Health Organization, 2020).

La comunicación de los riesgos relacionados con la contaminación atmosférica suele centrarse en las consecuencias objetivas de la exposición. Una primera recomendación emitida por la OMS es que debe hacerse una clara distinción entre la sensibilización, la comunicación de conocimientos especializados y la sugerencia o recomendación de intervenciones, y que estos tres aspectos deben idealmente integrarse en los mensajes. Por otra parte, se advierte que el riesgo a menudo se discute en términos estadísticos abstractos que no se pueden comunicar fácilmente y en consecuencia no motivan suficientemente a las personas a mitigar la contaminación del aire o sus consecuencias. A partir de estos planteamientos, los expertos de la OMS enumeran los principales contenidos, objetivos y estrategias que podrían superar este problema:

- a) El uso de datos estadísticos generales centrados por ejemplo en el número de víctimas de la contaminación del aire puede insensibilizar psicológicamente a las personas y amortiguar su motivación para cambiar su comportamiento frente al problema de la contaminación atmosférica. En cambio, la introducción de relatos que describan experiencias de personas que han experimentado los efectos de la contaminación del aire y sus historias personales pueden ser más efectivas. La investigación sobre la comunicación de riesgos muestra que describir a las víctimas individuales de los riesgos masivos hace que las personas sean más propensas a cambiar su comportamiento. Esto podría ayudar a las personas a conectarse emocionalmente con el problema de la contaminación del aire y a sentirse motivadas para apoyar políticas e iniciativas que puedan reducir la contaminación del aire y salvar vidas. Por ejemplo, un estudio de caso realizado en Londres, Reino Unido, mostró que la difusión de relatos de vivencias de niños que viven con asma aumentó la preocupación y la empatía de las personas por los impactos de la contaminación del aire en la salud (Trollvik et al., 2011).
- b) Las personas a menudo son excesivamente optimistas respecto a las condiciones ambientales, y poco conscientes de los riesgos ambientales locales que implican

para su salud. Centrar la información en las consecuencias locales de la contaminación ambiental hace que sea más fácil para las personas comprender la realidad de las amenazas ambientales.

- c) Las personas tienden a prestar menos atención a los peligros ambientales que no se pueden percibir o sentir directamente. Por lo tanto, en la comunicación del riesgo se deben enfatizar las características sensoriales directas de la contaminación del aire.
- d) Es conveniente comunicar las acciones locales, personales y factibles, que pueden emprender las personas, a título individual o colectivo, para mitigar el impacto de la contaminación del aire sobre la salud. Las personas están motivadas por un sentido de autoeficacia y tienden a ignorar los peligros que no pueden reducir.
- e) Las estrategias de comunicación deben adaptarse a la geografía, las condiciones económicas, la cultura, las expectativas y las normas de cada entorno. Los mensajes deben ser orientados específicamente para el público en general y para personas especialmente sensibles o vulnerables a la contaminación. La ayuda en la adaptación de los mensajes puede ser proporcionada por estructuras sociales como escuelas y asociaciones, ayuntamientos, colectivos de pacientes, clubes deportivos, etc.
- f) La confianza en el conocimiento de los expertos debe construirse mediante la publicación de hechos, pruebas y datos y resultados revisados por pares de acceso público.
- g) La forma más eficiente de motivar a las personas para que cambien su comportamiento de salud es enviar mensajes que evoquen una fuerte emoción negativa y luego proponer una solución. Evocar emociones negativas como el miedo y el asco es persuasivo sólo cuando va acompañado de posibles soluciones. También es beneficioso hacer hincapié en los beneficios colaterales de la mitigación de la contaminación atmosférica. Una imagen positiva de los efectos de las políticas e intervenciones, como las imágenes de ciudades saludables con entornos peatonales y ciclistas (actividad física, niños jugando en las calles, espacios verdes agradables y mayor resiliencia al cambio climático) es mucho más fácil de "vender" que la reducción de la contaminación del aire.

6. Índices de calidad del aire o índices de contaminación atmosférica

Los índices de calidad del aire, también denominados índices de contaminación atmosférica, son una herramienta muy utilizada por las agencias gubernamentales para comunicar a la población los riesgos para la salud derivados de la exposición a los contaminantes del aire, incluyendo frecuentemente predicciones de evolución de estos riesgos.

El cálculo de un índice de calidad del aire parte de la medida de la concentración en el aire ambiente de ciertos contaminantes atmosféricos seleccionados por su especial relevancia, durante

un período de tiempo especificado. En la mayoría de los países se consideran el ozono, el dióxido de nitrógeno y las partículas en suspensión de tamaño menor de 10 micras (PM_{10}) o menor de 2.5 micras ($PM_{2.5}$), y es también frecuente incluir el dióxido de azufre y el monóxido de carbono. Los datos de concentración de estos contaminantes en el aire son generalmente proporcionados por los analizadores instalados en las unidades campo de las redes oficiales de vigilancia de la calidad del aire, aunque pueden también considerarse datos procedentes de analizadores descentralizados (previamente validados) o datos de modelización. En conjunto, la concentración y el tiempo representan la dosis del contaminante atmosférico. Los efectos sobre la salud correspondientes a una dosis determinada se establecen mediante investigaciones epidemiológicas, o bien mediante comparación con los valores de concentración límite regulados en la legislación. Los contaminantes atmosféricos varían en toxicidad, por lo que la función utilizada para convertir la concentración de contaminantes atmosféricos en índice de calidad del aire varía según el contaminante. A veces se combinan varios contaminantes. Los valores de índice de calidad del aire suelen agruparse en categorías. A cada categoría se le asigna un descriptor, un código de color y un aviso de salud pública estandarizado que aconseja a la población qué medidas de protección es recomendable adoptar en cada situación.

Como ejemplo, detallamos las características del índice de calidad del aire propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente, que se aplica en España en función de lo estipulado en la Resolución de 2 de septiembre de 2020 (BOE del 10-09-2020), de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se modifica el Anexo de la Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire (ICA). Este índice comprende seis niveles de alerta, asociados a colores y mensajes como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Categorías de índice de calidad del aire de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

SO ₂		PM _{2,5}		PM ₁₀		O ₃		NO ₂		CATEGORÍA DEL ÍNDICE
0	100	0	10	0	20	0	50	0	40	BUENA
101	200	11	20	21	40	51	100	41	90	RAZONABLEMENTE BUENA
201	350	21	25	41	50	101	130	91	120	REGULAR
351	500	26	50	51	100	131	240	121	230	DESFAVORABLE
501	750	51	75	101	150	241	380	231	340	MUY DESFAVORABLE
751-1250		76-800		151-1200		381-800		341-1000		EXTREMADAMENTE DESFAVORABLE

* Los valores de todos los contaminantes de la tabla están expresados en µg/m³

Fuente: BOE.

El índice refleja el impacto potencial de la calidad del aire sobre la salud, asignando la peor categoría en términos de calidad del aire de cualquiera de los contaminantes que se tienen en consideración para su estimación, empleando datos medidos experimentalmente o derivados del modelo CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring System), en el caso de que falten datos de alguna unidad de medida. Los mensajes a la ciudadanía asociados a cada una de las categorías se presentan en la Figura 2.

Figura 2. Mensajes asociados a los niveles del Índice de Calidad del Aire de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Calidad del aire	Mensajes para la salud	Recomendaciones para la salud	
		Grupos de riesgo y personas sensibles	Población general
Buena	Calidad del aire satisfactoria	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal.	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal.
Razonablemente buena	Calidad del aire aceptable, la contaminación no supone un riesgo para la salud.	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal.	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal.
Regular	La calidad del aire probablemente no afecte a la población general pero puede presentar un riesgo moderado para los grupos de riesgo.	Considera reducir las actividades prolongadas y energéticas al aire libre. Las personas con asma o enfermedades respiratorias deben seguir cuidadosamente su plan de medicación. Las personas con problemas del corazón pueden experimentar palpitaciones, dificultad en la respiración o fatiga inusual.	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal. Sin embargo, vigila la aparición de síntomas como tos, irritación de garganta, falta de aire, fatiga excesiva o palpitaciones.
Desfavorable	Toda la población puede experimentar efectos negativos sobre la salud y los grupos de riesgo efectos mucho más serios.	Considera reducir las actividades al aire libre, y realizarlas en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Sigue el plan de tratamiento médico meticulosamente.	Considera reducir las actividades prolongadas y energéticas al aire libre, especialmente si experimentas tos, falta de aire o irritación de garganta.
Muy desfavorable	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse seriamente afectada.	Reduce toda actividad al aire libre, y considera realizar las actividades en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Sigue el plan de tratamiento médico meticulosamente.	Considera reducir las actividades al aire libre, y realizarlas en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena.
Extremadamente desfavorable	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse gravemente afectada.	Evita la estancia prolongada al aire libre. Sigue el plan de tratamiento médico, en su caso, meticulosamente, y acude a un servicio de urgencias si tu estado de salud empeora.	Reduce toda actividad al aire libre y considera realizar las actividades en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Utiliza la protección adecuada para los trabajos que deban ser realizados al aire libre.

Fuente: BOE

El índice de calidad del aire se calcula de acuerdo con el siguiente promedio temporal:

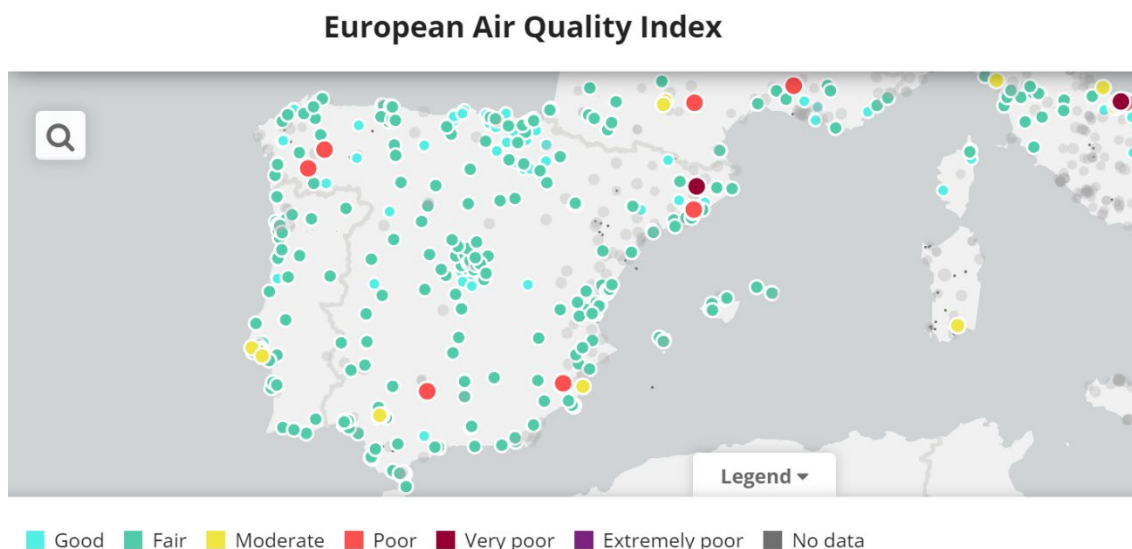
- Para el NO₂ y SO₂: Se utiliza la concentración media de la última hora.
- Para el O₃: Se utiliza la media móvil de las concentraciones de las últimas 8 horas.
- Para PM₁₀ y PM_{2.5} se utiliza la media móvil de las concentraciones de las últimas 24 horas.

Siguiendo las recomendaciones de la OMS para el establecimiento de funciones de concentración–respuesta para el análisis coste–beneficio de la exposición a partículas, ozono y dióxido de nitrógeno (World Health Organization, 2013), para la definición de las bandas del índice se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- El riesgo relativo de exposición a las PM_{2.5} se toma como referencia para determinar el valor del índice, concretamente el aumento del riesgo de mortalidad por cada 10 µg/m³ de aumento de la concentración media diaria de PM_{2.5}.
- Asumiendo la linealidad a través de las funciones de riesgos relativos para O₃ y NO₂, se calculan las concentraciones de estos contaminantes que suponen un riesgo relativo equivalente a un aumento de 10 µg/m³ en la media diaria de PM_{2.5}.
- Para las concentraciones de PM₁₀, se asume una relación constante entre PM₁₀ y PM_{2.5} de 1:2, en línea con las directrices de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para Europa.

Puesto que los datos aportados para la configuración del ICA están georreferenciados a las unidades de vigilancia de la calidad del aire, los valores del índice pueden presentarse en forma de mapa, y son accesibles en tiempo real a través de un servicio web de la Agencia Europea de Medio Ambiente (<https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>). En la Figura 3 se muestra un ejemplo de mapa de calidad del aire basado en los ICA.

Figura 3. Mapa de calidad del aire obtenido de la web de la Agencia Europea de Medio Ambiente.



La variabilidad de índices de calidad del aire empleados en el mundo es enorme. Por ejemplo, sólo en el espacio cubierto por la oficina europea de la OMS, este organismo ha identificado que la mayoría de los 37 países pertenecientes a este espacio emplean índices de calidad propios, diferentes del propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente (World Health Organization, 2023). Existen incluso casos de países en los que se emplea más de un índice.

Aunque los índices de calidad del aire son una indudablemente valiosa herramienta de información, la OMS advierte sobre la necesidad de que las categorías de alerta estén correctamente validadas en función de datos epidemiológicos. En Europa se observa un retraso en abordar este tipo de validación, que podría hacerse siguiendo experiencias desarrolladas en otros entornos como Norteamérica, donde diversos estudios han evaluado la capacidad de los índices de calidad del aire para predecir con precisión los riesgos de morbilidad respiratoria (Cromar et al., 2020).

Referencias

- Ambrose, J. A., & Barua, R. S. (2004). The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: an update. *J Am Coll Cardiol*, 43(10), 1731–1737. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.12.047>
- Badeenezhad, A., Parseh, I., Veisi, A., Rostami, S., Ghelichi-Ghojogh, M., Badfar, G., & Abbasi, F. (2023). Short-term exposure to some heavy metals carried with PM₁₀ and cardiovascular system biomarkers during dust storm. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31978-x>

- Bowe, B., Xie, Y., Yan, Y., & Al-Aly, Z. (2019). Burden of Cause-Specific Mortality Associated With PM_{2.5} Air Pollution in the United States. *JAMA Netw Open*, 2(11), e1915834. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.15834>
- Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., Balakrishnan, K., Brunekreef, B., Dandona, L., Dandona, R., Feigin, V., Freedman, G., Hubbell, B., Jobling, A., Kan, H., Knibbs, L., Liu, Y., Martin, R., Morawska, L., ... Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)
- Cromar, K. R., Ghazipura, M., Gladson, L. A., & Perlmutter, L. (2020). Evaluating the U.S. Air Quality Index as a risk communication tool: Comparing associations of index values with respiratory morbidity among adults in California. *PLOS ONE*, 15(11), e0242031. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0242031>
- Escher, B. I., Stapleton, H. M., & Schymanski, E. L. (2020). Tracking complex mixtures of chemicals in our changing environment. *Science*, 367(6476), 388–392. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAY6636>
- Hajat, A., Hsia, C., & O'Neill, M. S. (2015). Socioeconomic Disparities and Air Pollution Exposure: a Global Review. *Current Environmental Health Reports*, 2(4), 440–450. <https://doi.org/10.1007/S40572-015-0069-5>
- Hamanaka, R. B., & Mutlu, G. M. (2018). Particulate Matter Air Pollution: Effects on the Cardiovascular System. *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)*, 9, 680. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00680>
- Heller, R. F., Edwards, R., & McElduff, P. (2003). Implementing guidelines in primary care: Can population impact measures help? *BMC Public Health*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-3-7>
- Inesta-Vaquera, F., Miyashita, L., Grigg, J., Henderson, C. J. & Wolf, C. R. (2023). Defining the in vivo mechanism of air pollutant toxicity using murine stress response biomarkers. *Science of the Total Environment*, 888, 164211 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164211>
- Kelly, F. J., & Fussell, J. C. (2017). Role of oxidative stress in cardiovascular disease outcomes following exposure to ambient air pollution. *Free Radic Biol Med*, 110, 345–367. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.06.019>
- Koh, L., Grigg, J., & Whitehouse, A. (2021). Personal monitoring to reduce exposure to black carbon in children with asthma: a pilot study. *ERJ Open Res*, 7. <https://doi.org/10.1183/23120541.00482-2021>
- Liang, C. S., Duan, F. K., He, K. Bin, & Ma, Y. L. (2016). Review on recent progress in observations, source identifications and countermeasures of PM_{2.5}. *Environment International*, 86, 150–170. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2015.10.016>
- Lim, S., Said, B., Zurba, L., Mosler, G., Addo-Yobo, E., Adeyeye, O. O., Arhin, B., Evangelopoulos, D., Fapohunda, V. T., Fortune, F., Griffiths, C. J., Hlophe, S., Kasekete, M., Lowther, S., Masekela, R., Mkutumula, E., Mmbaga, B. T., Mujuru, H. A., Nantanda, R., ... Barratt, B. (2023). Characterising sources of PM_{2.5} exposure for school children with asthma: a personal exposure study across six cities in sub-Saharan Africa. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 8(1), 17–27. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(23\)00261-4](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(23)00261-4)
- Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., ... Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *The Lancet*, 396(10248), 413–446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). WHO global air quality guidelines. *Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*, 1–300. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- Pérez Velasco, R., & Jarosińska, D. (2022). Update of the WHO global air quality guidelines: Systematic reviews – An introduction. *Environment International*, 170. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2022.107556>
- Peters, A., Frohlich, M., Doring, A., Immervoll, T., Wichmann, H. E., Hutchinson, W. L., Pepys, M. B., & Koenig, W. (2001). Particulate air pollution is associated with an acute phase response in men;

- results from the MONICA-Augsburg Study. *Eur Heart J*, 22(14), 1198–1204. <https://doi.org/10.1053/euhj.2000.2483>
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S. H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M. B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019a). Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution. *Chest*, 155(2), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.042>
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S. H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M. B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019b). Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. *Chest*, 155(2), 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.041>
- Schwartz, J. (2001). Air pollution and blood markers of cardiovascular risk. *Environmental Health Perspectives*, 109 Suppl 3, 405–409. <https://doi.org/10.1289/ehp.01109s3405>
- Shi, L., Zhu, Q., Wang, Y., Hao, H., Zhang, H., Schwartz, J., Amini, H., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Steenland, K., Sarnat, J. A., Caudle, W. M., Ma, T., Li, H., Chang, H. H., Liu, J. Z., Wingo, T., Mao, X., Russell, A. G., ... Liu, P. (2023). Incident dementia and long-term exposure to constituents of fine particle air pollution: A national cohort study in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(1), e2211282119. <https://doi.org/10.1073/PNAS.2211282119>
- Strulovici-Barel, Y., Omberg, L., O'Mahony, M., Gordon, C., Hollmann, C., Tilley, A. E., Salit, J., Mezey, J., Harvey, B. G., & Crystal, R. G. (2010). Threshold of biologic responses of the small airway epithelium to low levels of tobacco smoke. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 182(12), 1524–1532. <https://doi.org/10.1164/rccm.201002-0294OC>
- Traboulsi, H., Guerrina, N., Iu, M., Maysinger, D., Ariya, P., & Baglolle, C. J. (2017). Inhaled Pollutants: The Molecular Scene behind Respiratory and Systemic Diseases Associated with Ultrafine Particulate Matter. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/ijms18020243>
- Trollvik, A., Nordbach, R., Silén, C., & Ringsberg, K. C. (2011). Children's Experiences of Living With Asthma: Fear of Exacerbations and Being Ostracized. *Journal of Pediatric Nursing*, 26(4), 295–303. <https://doi.org/10.1016/J.PEDN.2010.05.003>
- Tsocheva, I., Scales, J., Dove, R., Chavda, J., Kalsi, H., Wood, H. E., Colligan, G., Cross, L., Newby, C., Hall, A., Keating, M., Sartori, L., Moon, J., Thomson, A., Tomini, F., Murray, A., Hamad, W., Tijm, S., Hirst, A., ... Griffiths, C. J. (2023). Investigating the impact of London's ultra low emission zone on children's health: children's health in London and Luton (CHILL) protocol for a prospective parallel cohort study. *BMC Pediatrics*, 23(1), 556. <https://doi.org/10.1186/S12887-023-04384-5>
- World Health Organization. (2013). Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. https://who-sandbox.squiz.cloud/data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf
- World Health Organization. (2020). Personal interventions and risk communication on air pollution: summary report of WHO expert consultation, 12-14 February 2019, Geneva, Switzerland (Issue February 2019). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333781>
- World Health Organization. (2023). *Risk communication of ambient air pollution in the WHO European Region: review of air quality indexes and lessons learned*. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EURO-2023-6885-46651-67825>
- World Health Organization Regional Office for Europe. (2021). *Effective Risk Communication for Environment and Health. A strategic report on recent trends, theories and concepts*. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2021-4208-43967-61972>

CAPÍTULO III.

Una radiografía de la investigación científica en Scopus sobre comunicación medioambiental y calidad del aire

Samanta Flores-Jaramillo⁴

Javier Trabadela-Robles⁵

Introducción

La investigación científica es imprescindible para el avance de la sociedad, ya que permite la mejora de las condiciones de vida y sociales de los seres humanos. Y estas investigaciones, en la mayoría de ocasiones, no son conocidas por la ciudadanía porque no se comunican bien o simplemente no se comunican. Atendiendo al aforismo que se atribuye a Marshall McLuhan consistente en que “lo que no se comunica, no existe”, resulta necesario comunicar bien los avances científicos con el fin de que tengan repercusión en la sociedad. Por ejemplo, a pesar de que aún hay corrientes de opinión que insisten en la negación del cambio climático, mediante la comunicación eficiente se sigue avanzando en la concienciación social sobre la necesidad de modificar los hábitos diarios, de modo que nuestras acciones no tengan consecuencias negativas en el medio ambiente.

Del mismo modo, resulta imprescindible la comunicación sobre la necesidad de medir y controlar la calidad del aire, con el fin de una vida saludable para los seres vivos. Pero, para que haya esa comunicación, es necesario que exista previamente la producción científica que se debe comunicar. En este sentido, se parte de la hipótesis de que en los últimos años se está dando una importante producción científica en relación al

⁴ Técnica superior de Imagen, graduada en Información y Documentación, graduada en Comunicación Audiovisual y Máster Universitario en Investigación en Ciencias Sociales y Jurídica por la Universidad de Extremadura (UEX). Doctoranda en el Programa de Información y Comunicación de la UEX.

Ha sido PDI y PCI en el Departamento de Información y Comunicación de la UEX y, personal técnico en el Centro de Documentación de la Casa de la Mujer de Extremadura, así como Técnico Medio en Información y Documentación en la Diputación de Badajoz. Actualmente forma parte de la Junta Directiva de la Asociación ABAIDEX. Sus investigaciones se centran en el ámbito de la comunicación de la ciencia y su repercusión en la ciudadanía. <https://orcid.org/0000-0002-9401-5718> | samantafj@unex.es

⁵ Profesor titular de universidad del departamento de Información y Comunicación (área Comunicación Audiovisual y Publicidad) de la Universidad de Extremadura (España). Miembro de la Asociación Científica Icono 14 y del grupo de investigación AR-CO (Área de Comunicación). Sus líneas de investigación se centran en el estudio de la imagen en Internet, la fotografía de prensa, la televisión, así como trabajos bibliográficos y de producción científica sobre la Comunicación y las áreas anteriores. <https://orcid.org/0000-0001-5338-9257> | jtrarob@unex.es

medioambiente en general y sobre la calidad del aire en particular. Por ejemplo, sólo en relación con el proyecto “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura (IB20081)”, financiado por la Junta de Extremadura y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, y cuyo IP es Macarena Parejo Cuéllar, se han publicado diversas investigaciones de interés, relacionadas con distintas líneas, como por ejemplo y destacando las más recientes, sobre educomunicación ambiental (Pinilla-González et al., 2024), la desinformación sobre la calidad del aire (Pinilla-González et al., 2023), los recursos para mejorar el conocimiento científico (Cerrato-Alvarez et al., 2024), el contenido científico y el periodismo (Parejo Cuéllar et al., 2023), el contenido científico en las series de ficción (Carcaboso-García et al., 2023) o el impacto mediático de un proyecto de comunicación sobre la calidad del aire a través de la inteligencia artificial (Pinilla-González & Parejo-Cuéllar, 2023).

En este contexto de investigaciones sobre los temas referidos y la necesidad de comunicarlas, este trabajo pretende realizar una descripción y análisis de la investigación científica sobre comunicación medioambiental y calidad del aire. El objetivo general (OG) es conocer las líneas de investigación científica en *Scopus* sobre comunicación medioambiental y calidad del aire, en concreto los clústeres o comunidades conformadas a partir de las palabras clave. Como objetivos específicos: OE1 analizar las palabras clave de autor y OE2 representar gráficamente las comunidades, redes y nodos obtenidos a partir de las palabras clave.

El análisis de la investigación científica se llevará a cabo en la base de datos de *Scopus*, de Elsevier (Hane, 2004), ya que se trata de una de las bases de datos bibliográficas que incluye un mayor número registros (91 millones; Elsevier, 2024), de revistas científicas (casi 28.000 series activas; Elsevier, 2024), congresos científicos, así como casi 300.000 libros.

Los meta-análisis son “un tipo de investigación científica que tiene como propósito integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los estudios empíricos sobre un determinado problema de investigación, con objeto de determinar el ‘estado del arte’ en ese campo de estudio” (Sánchez-Meca, 2010, p. 53). En este sentido, numerosos trabajos explican cómo llevar a cabo estos meta-análisis como las revisiones sistemáticas o sistematizadas (García-García, 2022; Codina, 2020; Trabadelo-Robles & García, 2020), pero aquí se pretende realizar una investigación basada en el análisis de co-ocurrencia de palabras clave (tal y como se explica en el siguiente epígrafe), como el que han hecho otros investigadores como Restrepo y Urbizagástegui (2017) o Parejo-Cuéllar et al. (2023).

Metodología

Para este estudio se ha realizado un análisis cuantitativo de co-ocurrencia de palabras clave para conocer las líneas de investigación en torno al concepto de “comunicación medioambiental” y “calidad del aire”. Para ello, el 31 de enero de 2024 se llevó a cabo una búsqueda en la plataforma *Scopus* utilizando como criterio de búsqueda “palabras clave” los propuestos en la tabla 1.

Tabla 1. Búsquedas textuales realizadas en Scopus.

Criterio de búsqueda	Resultados
"Environmental communication"	685
"Air quality" AND "communication"	871

Fuente: elaboración propia

De los documentos obtenidos (1.556) se extraen las palabras clave de autor, las cuales se normalizan para eliminar duplicados, términos erróneos, faltas ortográficas y singular-plural. Tras esta normalización se obtiene un total de 10.591 palabras clave.

Los datos obtenidos se incorporan en el *software* gratuito *Gephi*, aplicando una serie de algoritmos y funciones con el fin de poder comprender y analizar mejor la red.

Estos algoritmos y funciones son la modularidad (Blondel et al., 2008; Lambiotte et al., 2014), que determina el número de comunidades, clústeres, o líneas de investigación en los que se compone la red. Además, se calcula la centralidad de cada nodo (Brandes, 2001), cálculo que aporta cuán importante es dicho nodo dentro de la red, la densidad de la red (Coleman & Moré, 1983).

Resultados

En la tabla 2 se muestra los clústeres o comunidades conformadas a partir de las palabras clave. Como se puede comprobar, se han formado un total de 23 comunidades, de las cuales son 3 las más importantes, el clúster 0, clúster 6 y clúster 10.

Tabla 2. Clústeres conformados a partir de las palabras clave.

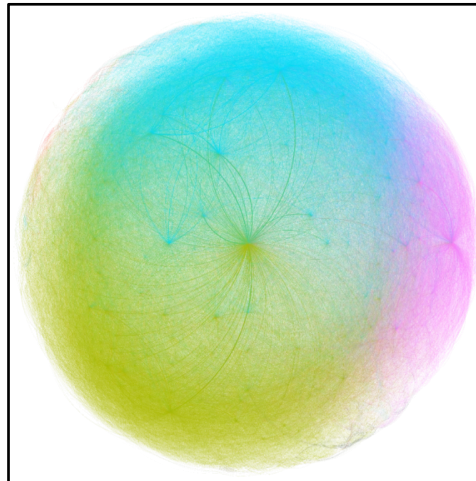
Clúster	Nº de nodos	%
0	4714	44,51%
1	5	0,05%
2	14	0,13%
3	3	0,03%
4	24	0,23%
5	15	0,14%
6	2803	26,47%
7	4	0,04%
8	41	0,39%
9	9	0,08%
10	2646	24,99%
11	8	0,08%
12	10	0,09%
13	17	0,16%
14	3	0,03%

15	11	0,10%
16	9	0,08%
17	12	0,11%
18	11	0,10%
19	51	0,48%
20	26	0,25%
21	145	1,37%
22	9	0,08%

Fuente: elaboración propia

A continuación (Figura 1) se muestra la red no dirigida que se conforma por la totalidad de palabras clave. Esta red se compone de 10.590 nodos y 119.883 aristas, lo que da una densidad del 0,002. De esta, se extraen para su análisis las 3 comunidades con mayor número de nodos que se representan por características cromáticas (verde, azul y rosa).

Figura 1. Red no dirigida conformada por la totalidad de palabras clave.

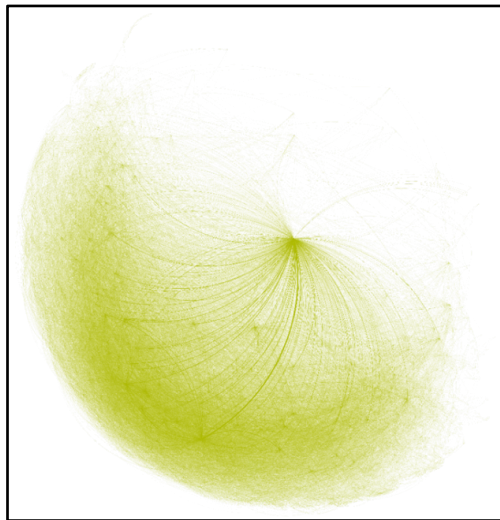


Fuente: elaboración propia.

- *Comunidad o clúster 0*

En la figura 2 se representa la comunidad o clúster 0. Esta sub-red se compone de un total de 4.714 nodos que corresponde al 44,51% del total de palabras clave recuperadas, y un total de 43.988 aristas, con una densidad del 0,004.

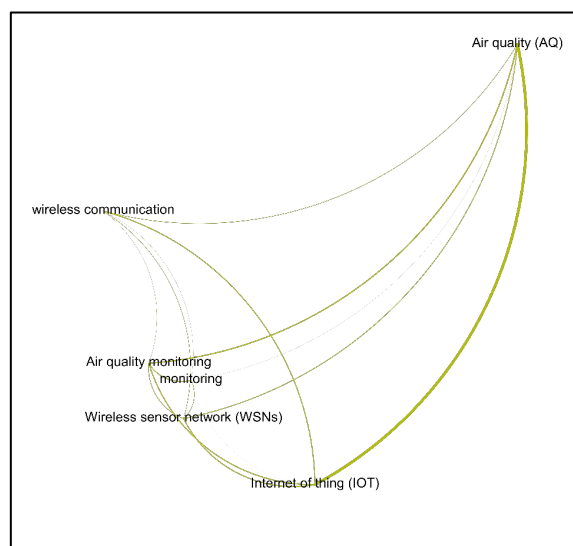
Figura 2. Representación de la comunidad o clúster 0.



Fuente: elaboración propia.

Si se aplica una poda en base al grado, la red disminuye a 6 nodos tal como se muestra en el siguiente grafo (Figura 3).

Figura 3. Representación de los 6 nodos del clúster 0 tras la poda.



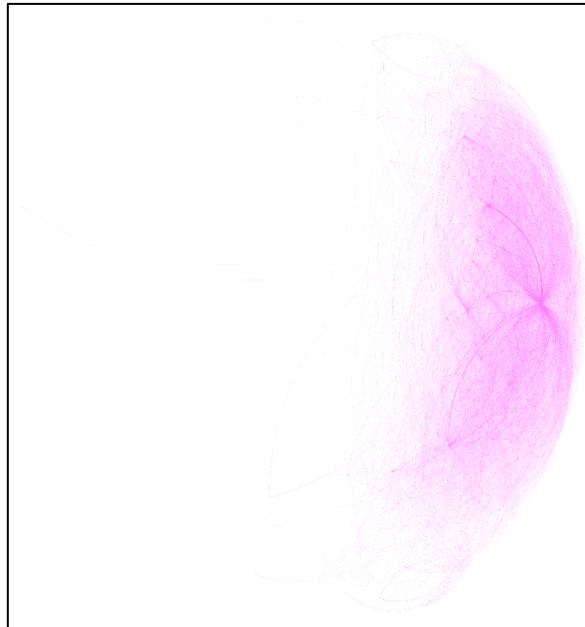
Fuente: elaboración propia.

Las palabras clave más representativas son: calidad del aire (AQ), internet de las cosas (IOT), redes inalámbricas de sensores (WSN), control, control de la calidad del aire y comunicación inalámbrica. Esta comunidad o red se relaciona con el control de la calidad del aire.

- *Comunidad o clúster 6*

En la figura 4 se representa la comunidad o clúster 6. Esta sub-red se compone de un total de 2.803 nodos que corresponde al 26,47% del total de palabras clave recuperadas, y un total de 17.071 aristas, con una densidad del 0,004.

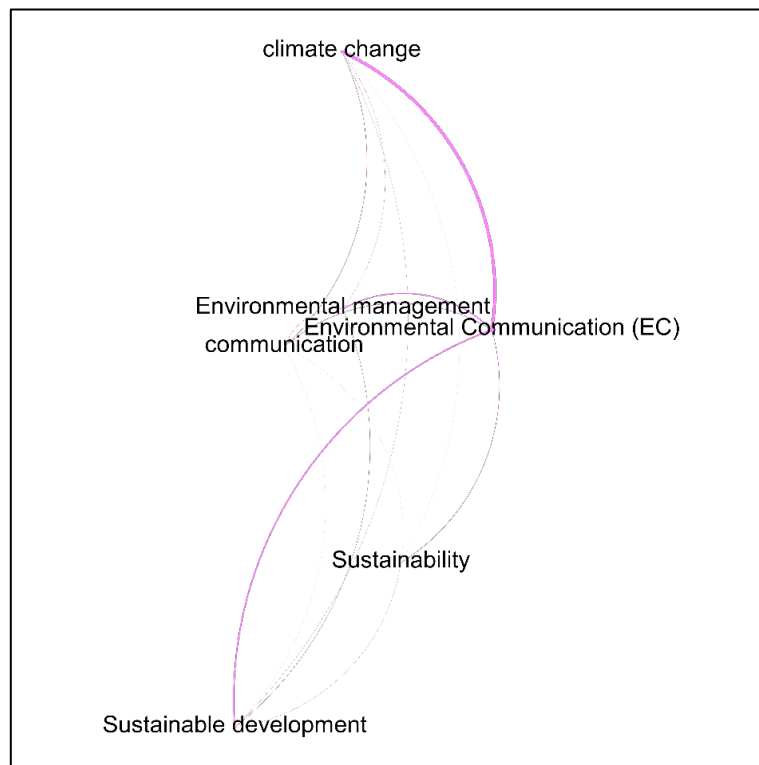
Figura 4. Representación de la comunidad o *clúster 6*.



Fuente: elaboración propia.

Si se aplica una poda en base al grado, la red disminuye a 6 nodos tal como se muestra en el siguiente grafo (Figura 5).

Figura 5. Representación de los 6 nodos del clúster 6 tras la poda.



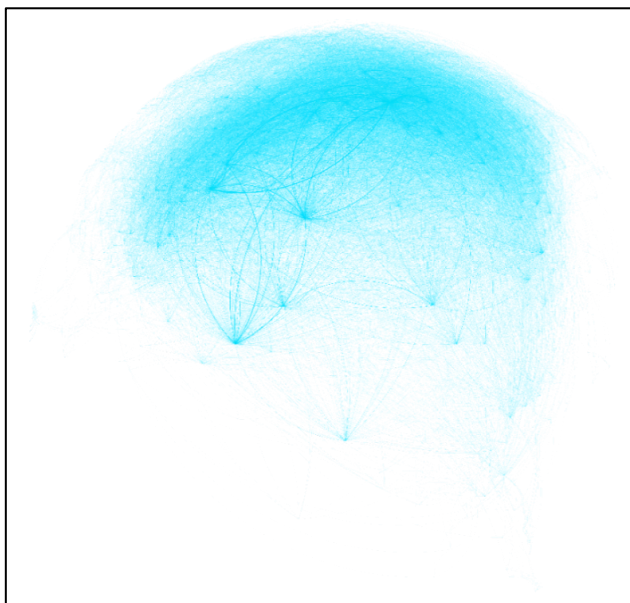
Fuente: elaboración propia.

Las palabras clave más representativas son: cambio climático, gestión medioambiental, comunicación medioambiental (EC), comunicación, desarrollo sostenible y sostenible. Esta comunidad o red se relaciona con la gestión del medioambiente, la sostenibilidad y la comunicación medioambiental.

- *Comunidad o clúster 10*

En la figura 6 se representa la comunidad o clúster 10. Esta sub-red se compone de un total de 2.646 nodos que corresponde al 24,99% del total de palabras clave recuperadas, y un total de 29.637 aristas, con una densidad del 0,008.

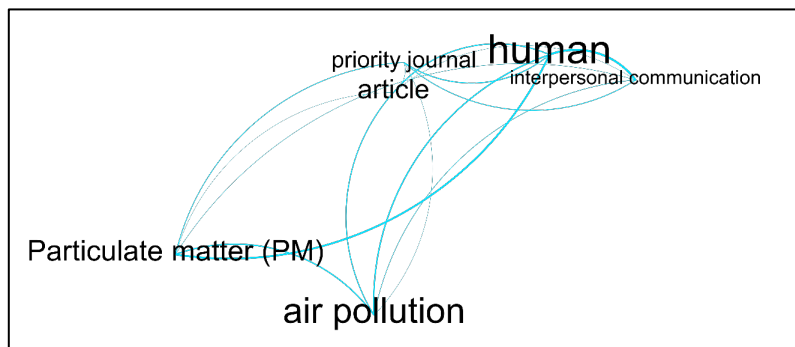
Figura 6. Representación de la comunidad o clúster 10.



Fuente: elaboración propia.

Si se aplica una poda en base al grado, la red disminuye a 6 nodos tal como se muestra en el siguiente grafo (Figura 7).

Figura 7. Representación de los 6 nodos del clúster 10 tras la poda.



Fuente: elaboración propia.

Las palabras clave más representativas son: humano, contaminación atmosférica, partículas en suspensión (PM), artículo, revista prioritaria y comunicación interpersonal.

Esta comunidad o red se relaciona con las relaciones humanas en el ámbito de la contaminación atmosférica.

Conclusiones

Una vez desarrollada la investigación, se ha cumplido con el objetivo general (OG) inicial, ya que se ha llegado a conocer las líneas de investigación en relación a la “comunicación medioambiental” y “calidad del aire”, las cuales se centran en el control de la calidad del aire, la gestión del medioambiente, la sostenibilidad, la comunicación medioambiental y las relaciones humanas en el ámbito de la contaminación atmosférica.

Se han concretado los clústeres o comunidades formadas a partir de las palabras clave. Se ha cumplido el objetivo específico de analizar dichas palabras clave de autor (OE1), así como también se han representado gráficamente (en las distintas figuras incluidas en este documento) las comunidades, redes y nodos obtenidos a partir de las palabras clave (OE2), con lo que se puede tener además una idea visual concreta de dichas relaciones entre palabras clave asociadas a la temática analizada.

Referencias

- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 10. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality. *The Journal of Mathematical Sociology*, 25(2), 163-177. <https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249>
- Carcaboso-García, E., Flores-Jaramillo, S., Gómez-Crisóstomo, R., & Trabadela-Robles, J. (2023). Use and distribution of scientific allusions in fiction tv series. The case of The Big Bang Theory. *Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication*, 14(1), 119-131. <https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM.23290>
- Cerrato-Alvarez, M., Frutos-Puerto, S., & Pinilla-Gil, E. (2024). Use of Uncertainty Calculation Software as a Didactic Tool to Improve the Knowledge of Chemistry Students in Analytical Method Validation. *Journal of Chemical Education*, 101 (1), 104-112. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00102>
- Coleman, T. F., & Moré, J. J. (1983). Estimation of Sparse Jacobian Matrices and Graph Coloring Blemes. *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 20(1), 187-209. <https://doi.org/10.1137/0720013>
- Codina, L. (2020). Cómo hacer revisiones bibliográficas tradicionales o sistemáticas utilizando bases de datos académicas. *Revista ORL*, 11(2), 139-153. <https://doi.org/10.14201/orl.22977>
- Elsevier (2024). Acerca de Scopus | Base de datos de resúmenes y citas | Elsevier. <https://www.elsevier.com/es-es/products/scopus>
- García-García, M. (2022). Systematic literature review applied to a research project. En M.V. Carrillo-Durán & M. Pérez-Pulido (ed.). *Cases on Developing Effective Research Plans for Communications and Information Science* (45-60). IGI Global.
- Hane, P. J. (15 de marzo, 2004). Elsevier announces Scopus service. *Information today*. <http://newsbreaks.infotoday.com/nbreader.asp?ArticleID=16494>

- Lambiotte, R., Delvenne, J.-C., & Barahona, M. (2014). Random Walks, Markov Processes and the Multiscale Modular Organization of Complex Networks. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 1(2), 76-90. <https://doi.org/10.1109/TNSE.2015.2391998>
- Parejo-Cuéllar, M., Flores-Jaramillo, S., & Carcaboso-García, E. (2023). Tendencias en producción científica sobre comunicación de la ciencia durante el período 2017-2021. *Revista Española De Documentación Científica*, 46(4), e368. <https://doi.org/10.3989/redc.2023.4.2003>
- Parejo-Cuéllar, M., Martín-Pena, D., & López Ramos, V. (2023). El contenido científico: una oportunidad para los futuros periodistas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3), 3203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3203
- Pinilla-González, J. M., de-Casas-Moreno, P., & Parejo-Cuéllar, M. (2024). Educomunicación ambiental: percepción y necesidades informativas de la ciudadanía en calidad del aire. *Tsafiqui - Revista Científica En Ciencias Sociales*, 14(1). <https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v14i22.1302>
- Pinilla-González, J. M., Hidalgo Barquero, J. J., Martín Pena, D., & Parejo Cuéllar, M. M. (2023). Estudio diagnóstico del grado de desinformación sobre calidad del aire de la población joven extremeña con estudios superiores. En M. I. Míguez-González & A. Dafonte-Gómez (coord.) *Periodismo, ciudadanía y política en el escenario digital* (288-305). Dykinson. <https://acortar.link/Gv4cTC>
- Pinilla-Gonzalez, J. M., & Parejo-Cuéllar, M. (2023). Estudio diagnóstico del impacto mediático de un proyecto de comunicación en calidad del aire a través de la Inteligencia Artificial. *Razón y Palabra*, 27(117), 98–116. <https://doi.org/10.26807/rp.v27i117.2058>
- Restrepo, C., & Urbizagástegui, R. (2017). Red de co-palabras en la bibliometría mexicana. *Investigación bibliotecológica*, 31(73), 17-45. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.73.57845>
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta*, 38(2), 53-64. <https://reunido.uniovi.es/index.php/AA/issue/view/1037/140>
- Trabadelo-Robles, J., & García, M. (2020). La revisión sistemática de la literatura como método de investigación. En M. V. Carrillo-Durán & M. Pérez-Pulido (coord.). *Metodologías y experiencias de investigación en comunicación e información* (195-216). Cuadernos Artesanos de Comunicación (163). <https://acortar.link/KIODtv>

CAPÍTULO IV.

Educomunicación ambiental. Percepción y conocimiento de la calidad del aire en la ciudadanía

Patricia de-Casas-Moreno⁶

Daniel Rodrigo-Cano⁷

Introducción

Los medios de comunicación están expuestos a una evolución sin precedentes, propiciada por la convergencia mediática y la aparición de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Asimismo, este contexto mediático está generando el aumento de un flujo de información, en algunas ocasiones descontrolada. Términos como desinformación e infoxicación protagonizan los estudios relacionados en este campo de investigación reciente (Parejo-Cuéllar et al., 2022).

A raíz de la justificación propuesta, hay que destacar que las informaciones derivadas del campo científico, sobre todo, en materia ambiental, están cubriendo las agendas mediáticas con el fin de impulsar una sociedad sostenible. En este sentido, los científicos y expertos ambientales aprovechan estos contextos para generar conocimientos y, a la vez, conseguir alfabetizar científica y ambientalmente a la ciudadanía (León et al., 2023). En este punto, es imperativo la apuesta por una educomunicación ambiental, donde la comunicación y la educación ambiental aúnen fuerzas para promocionar las campañas de sensibilización sobre este campo, sobre todo, en lo que se refiere en materia de calidad del aire. La educomunicación ambiental es comprendida como la adquisición de competencias para la acción, implicación e interpretación en materia de ciencia. El campo científico, así como las publicaciones derivadas, han encontrado un nicho en los medios de comunicación con el fin de establecer una divulgación efectiva. Asimismo, la ciudadanía,

⁶ Doctora en Comunicación por la Universidad de Huelva. Licenciada en Periodismo por el Centro Andaluz de Estudios Empresariales (CEADE) de Sevilla. Licenciada en Máster Interuniversitario en Comunicación y Educación Audiovisual y especializada en Comunicación 2.0 y Redes Sociales por la Universidad de Huelva. Profesora Contratada Doctora en el área de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Universidad de Extremadura (España). Principales líneas de estudio: alfabetización mediática, educomunicación y narrativas. pcasas@unex.es

⁷ Doctor en Comunicación Universidad de Huelva (Programa interuniversitario U. Sevilla, U. Huelva, U. Cádiz, U. Málaga). Licenciado en Pedagogía (Universidad de Valencia). Actualmente es Docente del Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Educación y el Aprendizaje Digital en la Universidad de Nebrija e investigador en la Universidad de Sevilla. Investiga sobre la educomunicación del cambio climático y la emergencia climática, así como las competencias digitales de docentes. droduro@nebrija.es

cada vez muestra más interés en estar informada al respecto (Machuca-De-La-Rosa & Rodrigo-Cano, 2018).

Según el último informe de la European Environment Agency (2023), afirma que el 97% de la población urbana de la Unión Europea (UE) ha estado expuesta a concentraciones de partículas finas superiores al nivel de referencia sanitario, establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En España los datos no son mejores, ya que en el informe "Perfil Ambiental de España 2022" del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Campos, 2023) se hace hincapié sobre los datos del material particulado (PM), resaltando que en las estaciones del programa concertado de seguimiento y de evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa marcan que, para el PM 2.5 los datos superan los $8\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que las directrices de la OMS para este indicador es una concentración de $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual, mientras que para las PM 10 los datos superan los $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual mientras que la OMS mantiene recomendados no superen los $15\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Respecto a esto, la salud ambiental es un tema importante a tratar, tanto por científicos como por ciudadanos. Actualmente, la contaminación del aire es uno de los mayores riesgos según la OMS (2022). Esta misma institución manifiesta que 6,7 millones de muertes prematuras se producen cada año debido a los efectos de la contaminación del aire ambiente exterior (4,2 millones de muertes/año) y del aire doméstico. La exposición a la contaminación atmosférica debida al dióxido de nitrógeno (NO^2), material particulado (PM) y el ozono (O^3) produce exacerbaciones de asma, mayor riesgo de desarrollar enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer de pulmón, síndromes coronarios, enfermedades cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca (Ruiz-Paéz et al., 2023).

Tras lo expuesto, es necesario reforzar la alfabetización científica-ambiental de la sociedad en aras de alcanzar las competencias específicas para un uso adecuado de la información. Frente a ello, es importante aportar soluciones con ayuda de una participación democrática y responsabilizada con los problemas ambientales para formar ecociudadanos (Machuca-De-La-Rosa & Rodrigo-Cano, 2018).

Educomunicar en una sociedad sostenible: retos y oportunidades en el s. XXI

Los medios de comunicación juegan un papel crucial en lo que se refiere a informar sobre las múltiples temáticas de interés. Según indica Meira (2017), son la fuente principal de información sobre problemas ambientales para la ciudadanía. En este sentido, la educomunicación es entendida como una reflexión dialógica y emancipadora para la construcción colaborativa del conocimiento. A través de ella, se crean ecociudadanos a través del desarrollo de competencias en la interpretación de los mensajes emitidos por los medios emergentes (Nagamini & Aguaded, 2018). Según Bonilla et al. (2018), pretende implicar al ciudadano en su propio proceso de aprendizaje, abordando procesos de transferencia y transformación.

Con el auge sobre el interés en temas de sostenibilidad y fenómenos ambientales, la Asamblea General de las Naciones Unidas (AG-ONU) impulsa en 2015 un total de 17

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas con el fin de lograr un futuro mejor y más sostenible para todos en salud, género, medioambiente, justicia, entre otros (Rodrigo-Cano et al., 2019). En lo que respecta al focus temático de este trabajo, hay que señalar algunos retos propiciados, como, por ejemplo, la sanidad mundial ha avanzado, a pesar de existir deficiencias en la atención sanitaria y en los sistemas de salud (ODS 3); el cambio climático está afectando a todos los países a nivel mundial, alterando los sistemas meteorológicos y afectando a distintas vidas (ODS 13); o el mundo se enfrenta a la pérdida de la biodiversidad a pesar de los avances en la gestión de la misma (ODS 15) (Naciones Unidas, s.f.). Sin duda, el desarrollo sostenible deriva de una práctica centrada en el impulso de los movimientos sociales, la ciencia y tecnología, así como de los compromisos relacionados en tema de medio ambiente y economía, entre otros aspectos (López-Carrión & Martí-Sánchez, 2024).

Desde el punto de vista educativo, es importante un currículo de emergencia climática en el que el ciudadano participe activamente en los procesos relacionados con sostenibilidad y justicia para conseguir una cultura del cuidado y responsabilidad sobre la temática abordada (Meira-Carrea et al., 2018). En este contexto, son necesarias herramientas adecuadas para una alfabetización y educomunicación ambiental, desarrollando una ecociudadanía crítica y empoderada (León et al., 2023). Además, es importante contar con la participación de diferentes actores de transformación (agencias gubernamentales, instituciones educativas y científicas, y hasta los propios científicos y expertos) para dar respuesta a la mitigación y adaptación ante los problemas ocasionados por el cambio climático (Sarmiento, 2013).

En este punto es donde la educomunicación ambiental juega un papel más pedagógico en el desarrollo de las competencias pertinentes, permitiendo aprender a buscar, acceder e interpretar las informaciones para mejorar la comprensión de los fenómenos ambientales. Del mismo modo, aprueba el uso de herramientas conjuntas de comunicación y educación ambiental (Morales-Corral & Teso-Alonso, 2022). En esta línea, la UE, ha desarrollado el marco europeo de competencias sobre la sostenibilidad, denominado GreenComp y que se define como:

Aprendizaje para la sostenibilidad medioambiental, cuyo objeto es fomentar una mentalidad de sostenibilidad desde la infancia hasta la edad adulta, desde la visión de que los seres humanos forman parte de la naturaleza y dependen de ella. Los alumnos están dotados de conocimientos, capacidades y actitudes que les ayudan a convertirse en agentes del cambio y contribuyen de manera individual y colectiva a dar forma dentro de los límites planetarios (Bianchi et al., 2022, p.13).

Continuando con esta teoría, la competencia sobre sostenibilidad se compone de cuatro ámbitos y doce competencias (Tabla 1).

Tabla 1. Pilares competenciales en sostenibilidad (GreenComp)

ÁMBITO	COMPETENCIA
Encarnar valores de sostenibilidad	Apreciación de la sostenibilidad
	Respaldo a la ecuanimidad
	Promoción de la naturaleza
Asumir la complejidad de la sostenibilidad	Pensamiento sistémico
	Pensamiento crítico
	Contextualización de problemas
Prever futuros sostenibles	Capacidad de proyecciones de futuro
	Adaptabilidad
	Pensamiento exploratorio
Actuar en favor de la sostenibilidad	Actuación política
	Acción colectiva
	Iniciativa individual

Fuente: Elaboración propia a partir de Bianchi et al, (2022, p. 14-15)

Medios de comunicación y calidad del aire: percepción y conocimiento de la ciudadanía

Las noticias medioambientales se podían encontrar en los años 40 y 50 en los diferentes medios de comunicación españoles. No obstante, no es hasta la década de los 60 que estos medios comienzan a hacerse eco de este tipo de noticias ante las consecuencias del abandono de la naturaleza y el crecimiento de los riesgos ante las centrales nucleares (Mercado & Monedero-Morales, 2022). En la década de los 70, con el nacimiento, desarrollo y activismo de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) ambientalistas como Greenpeace o el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), así como de los primeros partidos verdes, se genera un interés creciente por estos temas, que conlleva a la creación de secciones de información ambiental, como, por ejemplo, es el caso del *El País* con su sección denominada “Ecología” (Fernández-Reyes, 2004).

En los últimos 25 años es cuando aparecen los primeros programas televisivos dedicados a la información medioambiental, como “Espacio Protegido” en *Canal Sur Televisión* o “El Escarabajo Verde” de *Radio Televisión Española (RTVE)* (Ferrerías, Calvo & Rodrigo-Cano, 2019). Asimismo, es en la década de 2010-2020 cuando aumentan los espacios mediáticos como *EFE Verde*, *El Bosque Habitado*, *Climática*, entre otros, así como canales de *YouTube*, *podcasts* o perfiles activos en redes sociales -como *@climabar-* para consolidar la información ambiental y climática en el panorama general.

El papel de los medios de comunicación como transmisores de conocimiento, información y formación es muy relevante, al tiempo que contribuyen a la comprensión de las cuestiones ambientales (Parratt et al., 2021). Sin embargo, la contaminación del aire tiene una representación residual en los medios, así lo recogen Cantero-de-Julián y Herranz-de-la-Casa (2023), indicando que los temas recogidos en los medios son: el cambio climático y los fenómenos meteorológicos (65%), el desarrollo sostenible (16%), la política ambiental (10%) y la biodiversidad (9%). Mientras que Mercado y Monedero-Morales (2022) señalan que el deterioro ambiental, la contaminación del aire y la salud, así como los residuos, ocupan el 35% de las noticias, seguidos del cambio climático con un 25%, y la biodiversidad y los espacios protegidos con el 19%.

La búsqueda que las personas realizan de un tema concreto, así como su comprensión, pasa por la información y el tratamiento periodístico del mismo. En este sentido, si la información es escasa, inadecuada o poco constante, se corre el riesgo de considerar el tema como poco interesante y, por tanto, se desestima, como en el caso de temas ambientales en general, y en temas de contaminación del aire en particular. La ausencia de una comunicación sobre la relación entre salud y contaminación se verifica entre las personas expertas, que indican con rotundidad la necesidad de un periodismo centrado en los activos de salud ambiental y los cobeneficios (Rodrigo-Cano & Sánchez-Gey-Valenzuela, 2022).

La ciudadanía europea, especialmente los más jóvenes, manifiestan que están preocupados por el medioambiente y el cambio climático, aunque la intranquilidad ha ido descendiendo desde 2019 a 2021 (años de realización de los eurobarómetros). De este modo, en 2019 estas temáticas eran la segunda preocupación (27%), mientras que en 2021 baja a la cuarta posición (18%). Sin embargo, la salud, ocupó el primer puesto en 2020 (38%) y el cuarto en 2021 (21%) (Center Kantar Sur le Future de l'Europe, 2021). Estos datos coinciden con la aparición del movimiento joven ambiental *Fridays for Future* liderado por Greta Thunberg, cuyo objetivo era reclamar acciones urgentes en aras de evitar una catástrofe ambiental (Díaz-Pérez et al., 2021).

En el caso de España, los problemas ambientales han tenido repercusiones en los medios muy vinculados a reclamaciones específicas y a las voces de las grandes organizaciones ambientales, de forma que el ecologismo se engloba en los nuevos movimientos sociales con una larga tradición junto al pacifismo, sindicalismo o el feminismo (Pleyers & Álvarez-Benavides, 2019). A pesar de estos movimientos, y sus posibles influencias en los medios, la sociedad española no señalaba los problemas ambientales como los de mayor preocupación entre 2019 y 2021. No obstante, en los dos últimos años se han colado entre las cinco principales inquietudes, en 2022, el quinto, y en 2023 en el cuarto, aunque en este caso con el cambio climático como tema de preocupación, según los estudios de barómetro 3261, 3292, 3334, 3375, 3420 del Centro de Investigaciones Científicas (2019; 2020; 2021; 2022; 2023).

Estrategias para una educomunicación efectiva ante la calidad del aire

Las emisiones de partículas finas como las PM 2,5 y el ozono (O₃), como hemos visto anteriormente, provocan una alta mortalidad prematura y enfermedades crónicas graves.

Estas emisiones están provocadas por el uso de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo utilizados para la industria, la generación de energía y el transporte. La reducción del consumo de estos combustibles fósiles podría evitar la muerte de 5,1 millones de personas en todo el mundo (Lelieveld et al., 2023). Por ello, serían necesarias decisiones urgentes y decididas hacia un modelo de movilidad fundamentado en un transporte no contaminante, mejora de la eficiencia energética de las viviendas, la generación de la energía a partir de renovables, así como una mejor gestión de los desechos en las ciudades (Organización Mundial de la Salud, 2022).

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (European Environment Agency, 2023) indica algunas medidas claves para la mejora de la calidad del aire, entre otras, establecer umbrales más estrictos de contaminación de acuerdo con los límites fijados por la OMS; reforzar el derecho a un aire limpio; fortalecer las normas de control de la calidad del aire para apoyar la acción preventiva y las medidas selectivas; y mejorar la información al público.

Centrándonos en la última de las mejoras, la información al público, al respecto de la contaminación del aire, se centra en proporcionar información sobre las consecuencias negativas de la misma, como la mortalidad o las enfermedades. Por otro lado, en las causas, como el uso del coche en las ciudades. La información ha evolucionado para posicionarse más junto a la ciencia que a los comunicados de los políticos. Además, se realiza una comunicación de la incertidumbre, inherente a la evidencia científica desde las certezas y tonos adecuados para evitar que otros resultados desacrediten o malinterpreten (Verkest, 2021).

Con la intención de mejorar la información, se requieren estrategias educomunicativas que aborden la contaminación del aire, desde el punto de vista del periodismo de soluciones, del periodismo en transición y del periodismo de salud, concluyendo en un periodismo ambiental y, desde la educación ambiental. Este periodismo de soluciones es definido como la información rigurosa sobre las respuestas a los problemas. Su relación con los temas ambientales es muy relevante, dado que desde la ciencia se solicita una información creíble, definida, evidente y que facilite la comprensión de la misma (Larrondo & Alonso, 2023).

Por otra parte, también es necesario un periodismo en transición como lo entienden Fernández-Reyes y Águila-Coghlan (2017, p. 4), aplicado a la calidad del aire, “percepción teórica y el ejercicio periodístico que, ante el cambio global, y principalmente el cambio climático, opta por un cambio cultural en el que se prioriza la sostenibilidad como eje”. De igual modo, es necesario incluir un periodismo de salud capaz de ofrecer información con rigor y seriedad. A través de ello, se podrá informar de enfermedades, de los riesgos de salud y, de forma conjunta, de aspectos relacionados con la educación en hábitos saludables y los cobeneficios (Ronco-López et al., 2014).

Tal vez, todas estas aproximaciones nos acerquen más a un periodismo ambiental, inicialmente centrado en la naturaleza y el medioambiente, y en especial, con la degradación del mismo. Sin embargo, actualmente requiere de temas sociales, que comparta la relación inter y ecodependiente del ser humano con la naturaleza, contemplando las consecuencias de no respetar estas relaciones y exponiendo soluciones a las malas prácticas ambientales. En resumen, el periodismo entiende la necesidad de un

cambio económico, cultural, social y ambiental centrado en los cobeneficios en la salud (Parratt, 2016).

De la misma forma, es necesaria una educación ambiental centrada en las personas que toman decisiones, o a través del voto o directamente a las personas que diseñan políticas. Esta debe ser una educación transformadora, capaz de concienciar en los límites ecológicos y de actuar dentro de ellos. Una educación ambiental fundamentada en el conocimiento científico y el desarrollo de un sentido crítico respecto de los sistemas socialmente construidos (cuidados, cultura, política, economía, comunicación...) (Gutiérrez-Bastida, 2022).

Conclusiones

En los últimos años se ha consolidado la información ambiental y climática en los medios de comunicación (Cantero-Julián & Herranz-de-la-Casa, 2023) y también en temáticas relacionadas como los ODS (López-Carrión & Martí-Sánchez, 2024). Y es que, hay que destacar que, cada vez son más los individuos, que presentan la necesidad de estar informados en un entorno propiciado por los medios digitales, sin contar con el desarrollo de una correcta alfabetización mediática y actitud crítica ante los mensajes emitidos. En este punto, cobra importancia la educomunicación, teoría centrada en el desarrollo de la actitud crítica del individuo en el uso en interpretación de la información a través de los medios (Parejo-Cuéllar et al., 2022).

Ante una sociedad que muestra una “preocupación despreocupada” ante las situaciones ambientales, la educomunicación debe ofrecer más allá de la sensibilización, herramientas adecuadas para alcanzar objetivos de una concienciación hacia la acción (Ramos-Torre & Callejo-Gallego, 2022).

En lo que respecta a la situación de mortalidad y morbilidad provocada por la calidad del aire como han descrito diferentes investigaciones científicas (Ruiz-Páez et al., 2023), la educomunicación puede hacer frente a una mejora de adquisición de conocimientos sobre la materia, influyendo en la toma de decisiones de la ciudadanía. Sin duda, nos encontramos en la necesidad de un cambio de modelo educativo para evitar esta situación con el fin de evitar desinformación al respecto.

Referencias

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera-Giraldez, M. (2022). *GreenComp. El marco europeo de competencias sobre sostenibilidad*. Bacigalupo, M., & Punie, Y. (editores), EUR 30955 ES. [doi:10.2760/13286](https://doi.org/10.2760/13286)
- Bonilla, M., García, R., & Pérez, M. A. (2018). La educomunicación como reto para la educación inclusiva. *EDMETIC*, 7 (1), 66-86. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10029>
- Campos. A. (2023). *Perfil Ambiental de España 2022*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://bitly.ws/39E6u>
- Cantero-de-Julián, J. I., & Herranz-de-la-Casa, J. M. (2023). Cobertura de la información sobre medioambiente en medios de comunicación de España entre 2018 y 2021. *Revista Mediterránea de*

- Comunicación/Mediterranean Journal of Communication*, 14(2), 17-34.
<https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM.24100>
- Center Kantar Sur le Future de l'Europe (2021). *Desk Research European Youth in 2021*. European Union.
- Díaz-Pérez, S., Soler-i-Martí, R., & Ferrer-Fons, M. (2021). From the global myth to local mobilization: Creation and resonance of Greta Thunberg's frame. [Del mito global a la movilización local: Creación y resonancia del marco Greta Thunberg]. *Comunicar*, 68, 35-45.
<https://doi.org/10.3916/C68-2021-03>
- European Environment Agency (2023, 31 mayo). *Europe's air quality status 2023*. European Environment Agency. <https://bitly.ws/39E7c>
- Fernández-Reyes, R. (2004). Periodismo ambiental y periodismo sostenible. *Ámbitos: Revista Internacional de Comunicación*, 11-12, 311-317. <http://doi.org/10.12795/Ambitos.2004.i11-12.17>
- Fernández-Reyes, R., & Águila-Coghlan, J. C. (2017). Un periodismo en transición ante el V informe del IPCC, El acuerdo de París y Los objetivos de desarrollo sostenible. *Ámbitos: Revista Internacional de Comunicación*, 37, 1-13.
- Ferreras, J., Calvo, S., & Rodrigo-Cano, D. (2019). La Red nos atrapa. Hacia una educación ambiental abierta y libre. En J. Benayas y C. Marcén (Eds.), *Hacia una Educación para la Sostenibilidad* (pp. 239-262). Red Española para el Desarrollo Sostenible.
- Gutiérrez-Bastida, J. M. (2022). Competencia ecosocial. Crisis ecosocial, alternativas y educación. Ed. Bubok.
- Larrondo, A., & Alonso, A. (2023). Implicaciones profesionales y estratégicas del periodismo activista: un estudio de caso en el contexto de las radiotelevisiónes públicas de proximidad. *Textual & Visual Media*, 17(2), 49-69. <https://doi.org/10.56418/txt.17.2.2023.4>
- Lelieveld, J., Haines, A., Burnett, R., Tonne, C., Klingmüller, K., Münzel, T., & Pozzer, A. (2023). Air pollution deaths attributable to fossil fuels: observational and modelling study. *BMJ*, 383: e077784. <http://doi.org/10.1136/bmj-2023-077784>
- León, B., Moreno, C., Revuelta, G., Refojo, C., & Sanz, E. (2023). *Informando de ciencia con ciencia*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- López-Carrión, A. E., & Martí-Sánchez, M. (2024). Análisis de la cobertura y del discurso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 en la prensa digital española (2015-2022). *Revista Latina de Comunicación Social*, 82, 01-21. <https://doi.org/10.4185/rlds-2024-2057>
- Machuca, I., & Rodrigo Cano, D. (2018). La educomunicación ambiental hacia la transición energética desde la perspectiva de género. Estado del arte. En R. Fernández-Reyes & D. Rodrigo-Cano (Coord). *La comunicación de la mitigación y la adaptación al Cambio Climático* (pp. 49-58). Ediciones Egregius.
- Meira, P. (2017). Retos para informar sobre el cambio climático a la sociedad. En Mónica Arto Blanco & Pablo Meira (Eds). *RESCLIMA: Aproximación ás claves sociais e educativas do cambio climático* (pp. 97-101). Aldine Editorial.
- Meira-Carda, P., González-Gaudio, E., & Gutiérrez-Pérez, J. (2018). Climate crisis and the demand for more empiric research in social sciences: emerging topics and challenges in environmental psychology. *Psychology*, 9(3), 259-271. <http://doi.org/10.1080/21711976.2018.1493775>
- Mercado, M., & Monedero-Morales, R. (2022). Los temas del Periodismo ambiental como especialización informativa. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 56, 51-63. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2022.i56.04>
- Morales-Corral, E., & Teso-Alonso, G. (2022). El estudio de la educomunicación del cambio climático en los medios ante la perspectiva de los expertos en educación ambiental. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 28(3), 549-561. <https://doi.org/10.5209/esmp.80734>
- Naciones Unidas (s.f.). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://bitly.ws/en9H>
- Nagamini, E., & Aguaded, I. (2018). La Educomunicación en el contexto de las nuevas dinámicas discursivas mediáticas [Editorial]. *Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication*, 9(2), 119-121. <https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM2018.9.2.27>

- Organización Mundial de la Salud (2022, 19 de diciembre). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. <https://bitly.ws/E655>
- Parejo-Cuéllar, M., Vizcaíno-Verdú, A., & de-Casas-Moreno, P. (2022). Agenda-setting invertida: ciudadanía juvenil (in)formada en redes sociales. *Revista ICONO 14*, 20 (2). <https://doi.org/10.7195/ri14.v20i2.1869>
- Parratt, S., Mera, M., & Abejón, P. (2021). Acercamiento mediático del cambio climático a la sociedad: elementos formativos en diarios digitales españoles. *Ambiente & Sociedade*, 24, 1-20. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200186vu2021L2AO>
- Parratt, S. (2016, 15 de noviembre). Periodismo ambiental I: conceptos y campos en los que trabaja. *Verdes digitales*. <https://bitly.ws/39E95>
- Pleyers, G., & Álvarez-Benavides, A. (2019). La producción de la sociedad a través de los movimientos sociales /The production of society by social movements. *Revista Española de Sociología (RES)*, 28 (1), 141-149. <http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2018.53>
- Ramos-Torre, R., & Callejo-Gallego, J. (2022). La preocupación social por el cambio climático en España: una aproximación cualitativa. *Polít. Soc.*, 59(3), 74131. <https://doi.org/10.5209/poso.74131>
- Rodrigo-Cano, D., & Sánchez-Gey-Valenzuela, N. (2022). La salud en la comunicación de la adaptación al cambio climático. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 28(3), 601-612. <https://doi.org/10.5209/esmp.80683>
- Rodrigo-Cano, D., Picó, M. J., & Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *Retos: Revista de Ciencias de Administración y Economía*, 9(17), 25-36. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>
- Ronco-López M., Peñafiel, C., & Echegaray L. (2014). El periodismo de salud en la prensa española (2000-2010). Aproximación a los estudios documentales existentes. *Documentación de las Ciencias de la Información*, 37, 267-304. https://doi.org/10.5209/rev_DCIN.2014.v37.46827
- Ruiz-Páez, R., Díaz, J., López-Bueno, J. A., Asensio, C., Ascaso, M. S., Saez, M., Luna, M. Y., Barceló, M. A., Navas, M. A., & Linares, C. (2023). Short-term effects of air pollution and noise on emergency hospital admissions in Madrid and economic assessment. *Environmental Research*, 219, 115-147. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115147>
- Sarmiento, P. (2013). Bioética ambiental y eco pedagogía: una tarea pendiente. *Acta bioethica*, 19(1), 29-38. <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2013000100004>
- Verkest, S. (2021) Reflexivity and Negotiation in Collaborative Journalism on air Quality. *Journalism Studies*, 22(11), 1525-1545. <https://doi.org/10.1080/1461670X.2021.1950033>

CAPÍTULO V.

Estrategias de medición del impacto de la calidad del aire aerobiológico mediante medios de comunicación en Extremadura

Santiago Fernández-Rodríguez⁸

Remedios Pérez-Calderón⁹

Introducción

La información, la participación y el acceso a la información ambiental son ejes claves para la Unión Europea y para España. La divulgación científica se ha visto deslizada con el transcurrir del tiempo de una función particular y específica a otra que viene caracterizada por su función transversal y de carácter social, como a) la divulgación como fomento del espíritu formativo, b) la divulgación como instrumento de la transferencia investigadora, c) la divulgación como elemento del espíritu crítico y d) la divulgación como método de transformación social.

En internet como medio de difusión, las redes sociales se han convertido en un importante canal complementario para difundir y descubrir la investigación (Bedogni et al., 2022). Recientemente, la difusión y divulgación de la ciencia se está realizando con mayor interés desde los medios de comunicación, por periodistas y también por los propios investigadores. Se acerca el resultado de la producción científica mediante artículos indexados (JCR) al público en general, desarrollando una habilidad para que el contenido sea entendible para la mayoría de la población. Los investigadores siempre han reconocido la importancia de difundir los hallazgos de su trabajo, sin embargo, recientemente la necesidad de planificar e impulsar de manera proactiva el impacto de los resultados de su investigación a la sociedad, en general, se ha convertido en una necesidad. Además, siguen existiendo brechas de comunicación entre los científicos y el público (León et al., 2023; Mercado-Sáez & Monedero-Morales 2022).

Un tipo de información ambiental relacionada con la calidad del aire es la componente aerobiológica en el estudio del aire que transporta de forma pasiva partículas de origen biológico (los granos de polen y esporas de los hongos), ofreciendo con ello integración

⁸ Doctor en Ciencias por la Universidad de Extremadura. Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Extremadura. Catedrático de la Universidad de Extremadura. Principales líneas de estudio: Aerobiología. Impacto ambiental. Fuentes ornamentales urbanas santiferro@unex.es

⁹ Doctora en Medicina por la Universidad de Extremadura remepcalderon@gmail.com

de modelos predictivos de la presencia del polen alérgico en el aire de Extremadura. Durante este tiempo, se ha podido conocer su presencia en el aire, su distribución estacional y los factores que afectan a la variación espacial y temporal (Fernández-Rodríguez et al., 2014) así como que existe polen aerovagante durante todo el año y su variación interanual reflejando las variaciones meteorológicas, ya que son estos factores los que más afectan a su distribución (Silva-Palacios et al., 2007). Además, se han creado sus propios canales comunicativos, de contribuir a ofrecer a la ciudadanía una valiosa información polínica a través de Internet, SMS, redes sociales, aplicación móvil, etc. Este contacto con ese sector de la población ha sido una realidad en expansión muy bien aceptada y demandada por las personas afectadas por problemas de alergia, ya que las condiciones ambientales pueden ser muy diferentes dentro de un mismo ambiente urbano. El planteamiento conceptual y la hipótesis de trabajo de las estrategias de traslación mediática aplicada a la divulgación y transferencia del conocimiento así como la relación de colaboración y seguimiento del actual equipo investigador, a modo de comunicaciones científicas y divulgaciones en medios de comunicación y actividades científicas en el ámbito académico, plantean una posibilidad muy oportuna de poder consolidar y afianzar un plan y modelo de transferencia del conocimiento a la población de Extremadura.

En España hay ocho millones de alérgicos al polen según la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEAIC), representando sobre un 25% de la población (Zubeldia-Ortuño et al., 2021). Si estas estimaciones son trasladadas a Extremadura se puede deducir que cerca de una quinta parte de personas padecen este problema. El muestreo de estudio de este proyecto de investigación son el conjunto de individuos extremeños que padecen esta patología a tipos polínicos alérgicos como gramíneas, olivo, arizónica, plátano de sombra y parietaria, principalmente, los cuales resultan ser también especialmente sensibles a los problemas de contaminación atmosférica.

Estrategia a seguir

Para el registro de la información en internet se utilizan las páginas web y redes sociales, así como *Google Analytics*, lanzado en 2005, que ofrece información agrupada del tráfico que llega a los sitios web según la audiencia, la adquisición, el comportamiento y las conversaciones que se llevan a cabo en el sitio web. *Google Analytics* constituye así un repositorio (Ledford et al., 2011) que puede recoger dicha información (Rasmussen et al., 2020) para funciones tan diversas como medir el rendimiento de una página web (Plaza, 2011) predecir las llegadas a una ciudad (Gunter and Önder, 2016) o evaluar la presencia en redes sociales (Tonyan, 2016).

El diseño metodológico empleado en este se corresponde con un diseño mixto dividido en tres dimensiones;

Dimensión 1. Se estudian los resultados obtenidos en la primera temporada (marzo-junio de 2022) de muestreo del proyecto utilizando por una parte el recuento aerobiológico (polen) de Badajoz (Escuela de Ingenierías Agrarias) y Cáceres (Escuela Politécnica). Para ello, se utilizaron dos captadores de partículas aerobiológicas tipo Hirst (Hirst, 1952), ubicados a unos 6 metros de altura en las terrazas de dichos edificios. El muestreo fue en las ciudades seleccionadas desde marzo hasta junio de 2022. Según trabajos

previamente publicados de la misma área de estudio, se utilizó el adhesivo Petrolatum White (CAS número 8009-03-8) para capturar granos de polen en el aire (Maya-Manzano et al., 2018; Tormo-Molina et al., 2013). Se han seguido procedimientos estandarizados de datos indicados por la Red Española de Aerobiología (REA) para obtener datos de polen siguiendo las recomendaciones mínimas europeas (Galán et al., 2007). El promedio diario (00.00-24.00 h) y las variaciones intradiurnas en concentraciones horarias de polen se expresaron según coordenadas UTC como granos de polen/m³ de aire. Se identificaron todos los principales tipos de polen (MPTs), definidos como aquellos cuya integral anual de polen (API_n) fue igual o superior a 100 granos de polen*día/m³, y sus concentraciones fueron calculadas y analizadas según un informe anterior (Galán et al., 2007). Los considerados como más importantes fueron elegidos para estudiar sus características MPS, incluyendo la fecha de inicio, fecha de finalización, fecha pico, SPI_n (integral de polen estacional) y duración.

Dimensión 2. Por otra parte, se abordó la medición de estadísticas registradas de accesos de la página web de *Aerouex.es* en *Google Analytics*. El enfoque de *Google Analytics* es mostrar datos para el usuario ocasional, y datos más profundos en el conjunto de informes para el usuario experto. El análisis de *Google Analytics* puede identificar páginas de bajo rendimiento con técnicas como la visualización de embudo, de dónde provienen los visitantes (referentes), cuánto tiempo permanecieron en el sitio web y su posición geográfica. Integrados con *Google AdWords*, los usuarios pueden revisar las campañas en línea mediante el seguimiento de la calidad de la página de destino y las conversiones. Por otra parte, la vía de acceso de nuevos usuarios es mediante *Organic Search*, principalmente. Se comenzó añadiendo a la página de *Aerouex.es* un código *JavaScript*, *GATC* (*Google Analytics Tracking Code*), incluida en la última versión de *Google Analytics 4* (GA4). Estas dos primeras dimensiones permiten conocer la relación entre las concentraciones polínicas y los accesos a la web de AeroUEX.

Dimensión 3. Para el estudio de las relaciones entre las acciones comunicativas a las redes sociales de AeroUEX y el acceso a la web, se contabiliza los días en los que se difundió a través de las redes sociales (*Facebook*) información de carácter aerobiológico, como pueden ser los partes semanales numéricos de predicción, así como la creación y difusión de infografías mensuales con los principales tipos polínicos en el aire.

Además, para la obtención de información que permita conocer la relación entre las publicaciones de noticias relacionadas con la alergia al polen en los medios de comunicación y el acceso a la web de AeroUEX, se diseña una metodología dividida en diferentes dimensiones que permite realizar un estudio de las noticias relacionadas con la alergia polínicas en Extremadura. Estas fases permiten elaborar un instrumento de análisis de contenido “*ad hoc*” con indicadores que permiten hacer diferentes valoraciones. Se estructura en tres apartados que recogen datos de naturaleza homogénea en cada uno conforme a las diferentes variables empleadas.

Estas variables de análisis pueden clasificarse en tres categorías en función del tipo de datos que proporcionan:

- 3.1. Identidad de la noticia:** Tipo de medio y carácter. Se analiza que tipo de medio de comunicación: prensa, televisión y radio; además de su carácter: si es un medio nacional o regional.

3.2. Variables relativas al contenido de la noticia. Comprobar la temática y el lugar que se alude en la noticia. En nuestro caso, comprobar si la temática de la misma se relaciona con la alergia al polen y que se hable de Extremadura.

3.3. Variables del discurso informativo: qué información proporcionan. Mediante un análisis de la noticia determinar qué tipo de información proporciona al público y si existe la presencia u referencia a expertos, instituciones o canales de información relacionados con la materia objeto de estudio.

Resultados esperados

Los resultados esperados mediante la estrategia de estudio, contemplan la calidad del aire y la estrategia de traslación mediática para información pública de la misma, siendo la calidad del aire considerada desde la componente aerobiológica. Como principales hipótesis son comprobar:

- a) Si existe relación entre las concentraciones polínicas publicada y los accesos a la página web de referencia.
- b) Si existe relación entre las acciones comunicativas a las redes sociales contempladas y el registro de accesos a la web.
- c) Si existe relación entre las publicaciones de noticias relacionadas con la alergia al polen en los medios de comunicación y el acceso a la página web de referencia.

Referencias

- Bedogni, L., Cabri, G., Martoglia, R., & Poggi, F. (2022). *Does the venue of scientific conferences leverage their impact? A large scale study on Computer Science conferences*. Library Hi Tech. <https://doi.org/10.1108/LHT-09-2021-0305>
- Fernández-Rodríguez, S., Tormo-Molina, R., Maya-Manzano, J. M., Silva-Palacios, I., & Gonzalo-Garijo, Á. (2014). Comparative study of the effect of distance on the daily and hourly pollen counts in a city in the south-western Iberian Peninsula. *Aerobiologia* 30(2), 173-187. <https://doi.org/10.1007/s10453-013-9316-0>
- Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., & Domínguez-Vilches, E. (2007). *Spanish Aerobiology Network (REA). Management and Quality Manual*. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba. ISBN 978-84-690-6353-8,
- Gunter, U., & Önder, I. (2016). Forecasting city arrivals with Google Analytics. *Annals of Tourism Research* 61, 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2016.10.007>
- Hirst, J. M. (1952). An automatic volumetric spore trap. *Ann Appl Biol* 39(2). <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1952.tb00904.x>
- Ledford, J. L., Teixeira, J., & Tyler, M. E. (2011). *Google analytics*. John Wiley and Sons.
- León, B., Moreno, C., Revuelta, G., Refojo, C., & Sanz, E. (2023). *Informando de ciencia con ciencia*. Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.

- Maya-Manzano, J. M., Fernández-Rodríguez, S., Silva-Palacios, I., Gonzalo-Garijo, Á., & Tormo-Molina, R. (2018). Comparison between two adhesives (silicone and petroleum jelly) in Hirst pollen traps in a controlled environment. *Grana* 57(1-2), 137-143. <https://doi.org/10.1080/00173134.2017.1319973>
- Mercado-Sáez, M. T., & Monedero-Morales, C. R. (2022). Los temas del Periodismo ambiental como especialización informativa. *Ambitos. Revista Internacional De Comunicación*, 56, 51-63. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2022.i56.04>
- Plaza, B. (2011). Google Analytics for measuring website performance. *Tourism Management* 32(3), 477-481. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.03.015>
- Rasmussen, C. D. N., Højberg, H., Larsen, A. K., Munch, P. K., Osborne, R., Kwak, L., Jensen, I., Linnan, L., & Jørgensen, M. B. (2020). Evaluation and dissemination of a checklist to improve implementation of work environment initiatives in the eldercare sector: Protocol for a prospective observational study. *JMIR Research Protocols* 9(5). <https://doi.org/10.2196/16039>
- Silva-Palacios, I., Tormo-Molina, R., & Muñoz-Rodríguez, A. (2007). The importance of interactions between meteorological conditions when interpreting their effect on the dispersal of pollen from homogeneously distributed sources. *Aerobiologia* 23(1), 17-26. <https://doi.org/10.1007/s10453-006-9041-z>
- Tonyan, J. (2016). Measuring the success of your social media presence with google analytics. *Library Technology Reports* 52(7), 38-42.
- Tormo-Molina, R., Maya-Manzano, J. M., Fernández-Rodríguez, S., Gonzalo-Garijo, Á., & Silva-Palacios, I. (2013.) Influence of environmental factors on measurements with Hirst spore traps. *Grana* 52(1), 59-70. <https://doi.org/10.1080/00173134.2012.718359>
- Zubeldia-Ortuño, J. M., Baeza-Ochoa de Ocariz, M. L., Chivato-Pérez, T., Jauregui-Presa, I., & Senent Sánchez, C. J. (2021). *El libro de las enfermedades alérgicas*. Fundación BBVA. ISBN: 978-84-92937-83-7

CAPÍTULO VI.

La ciencia ciudadana. Experiencias vividas a través del proyecto COMUNICAIRE

Juan Jesús Hidalgo-Barquero¹⁰

Lorenzo Calvo-Blázquez¹¹

La Ciencia se puede entender como el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento de los fenómenos naturales (Real Academia Española, s.f., definición 1). Los aspectos científicos forman parte del día a día de los ciudadanos, sin embargo, algunos conceptos y principios científicos no son comprendidos en su totalidad al no poder razonarlos, visualizarlos o comprobarlos (Dickmann et al., 2019). Pese a ello, el interés por la ciencia se ha visto incrementado en los últimos años como consecuencia de las diferentes iniciativas llevadas a cabo para la difusión de la ciencia, entre las que se encuentra la ciencia ciudadana Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), 2022).

1. El origen y concepto de ciencia ciudadana

La esencia de la ciencia ciudadana existe desde hace siglos, reconocidos científicos como Charles Darwin, Gregor Mendel y Benjamin Franklin desarrollaron sus investigaciones científicas con la ayuda altruista de numerosas personas amantes de la naturaleza. Charles Darwin escribió la teoría de la evolución gracias a las evidencias aportadas por cientos de personas de todo el mundo. En la actualidad, la Biblioteca de la Universidad de Cambridge alberga aproximadamente 15 mil cartas que el investigador envió y recibió durante sus estudios, lo que demuestra que la teoría se desarrolló con la colaboración de cientos de personas interesadas en la materia (Fundación Ciencia Ciudadana, 2017).

En el siglo XX, la ciencia se fue profesionalizando y tecnificando, creciendo el número de disciplinas hasta conseguir generar nuevo conocimiento de manera precisa (Perelló, 2014). El concepto de ciencia ciudadana no apareció hasta enero de 1989, según los

¹⁰ Graduado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Extremadura. Máster en Formación del Profesorado en la especialidad de Física y Química y Máster en Prevención de Riesgos Laborales. Personal Científico e Investigador del proyecto COMUNICAIRE. Principales líneas de estudio: contaminación atmosférica, aerobiología y ciencia ciudadana. juanjesuhb@unex.es

¹¹ Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Extremadura. Profesor Titular de Universidad de la Universidad de Extremadura (España). Orcid 0000-0002-4946-4178 lorcalvo@unex.es

investigadores del *Oxford English Dictionary* (OED). La primera publicación que hizo uso del término fue en el artículo *Lab for the Environment* del MIT Technology Review donde se recogen laboratorios comunitarios que exploran los riesgos ambientales. Se involucró a 225 miembros de la sociedad de 50 estados en un programa de "ciencia ciudadana" que difundía información ambiental cada cinco semanas. Los participantes recogían muestras de lluvia, analizaban sus niveles de acidez y comunicaban sus resultados (Kerson, 1989).

Existen múltiples definiciones del concepto de ciencia ciudadana, pese a ello, todas deben reflejar los objetivos de los participantes y su contribución en la generación del conocimiento científico sin recibir una remuneración económica. En el libro *¿Qué es la ciencia ciudadana?* se recogen treinta y cuatro definiciones de ciencia ciudadana de diferentes investigadores y organizaciones (Vohland et al., 2021). En la Tabla 1, se exponen diferentes definiciones del mismo concepto.

Tabla 1. Definiciones de "ciencia ciudadana", según diferentes organizaciones.

Enciclopedia Geográfica Nacional	La ciencia ciudadana es la práctica de la participación y colaboración en la investigación científica para aumentar el conocimiento científico. A través de la ciencia ciudadana, la gente comparte y contribuye a programas de recogida de datos.
Asociación Europea de Ciencia Ciudadana	Participación del público en general en los procesos científicos mediante un enfoque abierto e inclusivo, por ejemplo, apoyando y siendo parte de la exploración, la configuración y el desarrollo de los diferentes aspectos del movimiento de ciencia ciudadana, su mejor comprensión y su uso en beneficio de la toma de decisiones.
Asociación de Ciencia Ciudadana de Estados Unidos	La ciencia ciudadana es la participación del público en la investigación científica, ya sean locales o globales.
UNESCO	La participación de una serie de partes interesadas no científicas en el proceso científico. En su forma más inclusiva e innovadora, la ciencia ciudadana implica a ciudadanos voluntarios como socios en todo el proceso científico, incluida la determinación de los temas de investigación, cuestiones, metodologías y medios de difusión de los resultados.
Agencia de Protección Ambiental	La ciencia ciudadana es una forma de colaboración abierta en la que individuos u organizaciones participan voluntariamente en el proceso científico de diversas maneras, como la recogida y el análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia a partir del libro *¿Qué es la ciencia ciudadana?*

La existencia de múltiples definiciones de ciencia ciudadana puede tener consecuencias negativas para quienes están interesados en aprender sobre este campo, proporcionar apoyo político o crear programas de financiación. Por otro lado, la ciencia ciudadana abarca un amplio abanico de temas de investigación académica, cada uno con sus propios objetivos. Para minimizar esta problemática, debemos hacer hincapié, desde el comienzo de las propuestas, en los principios de buenas prácticas que fueron establecidos por la Asociación

Europea de Ciencia Ciudadana (ECSA). Son una guía clave para orientar los pilares y elementos fundamentales de un buen proyecto de ciencia ciudadana.

2. Principios y aspectos básicos determinados por la ECSA para el desarrollo de la ciencia ciudadana

La ECSA es una asociación que comenzó en 2014, con el apoyo de organizaciones de más de 17 países de la Unión Europea y de fuera de ella, a trabajar conjuntamente con gestores ambientales para impulsar el crecimiento del movimiento Ciencia Ciudadana en Europa a escala internacional. Aglutina iniciativas de ciencia ciudadana, instituciones de investigación, universidades, museos y otras organizaciones.

El grupo de trabajo “Compartir mejores prácticas y desarrollar capacidades” de la Asociación Europea de Ciencia Ciudadana, dirigido por el Museo de Historia Natural de Londres, con aportaciones de muchos miembros de la Asociación, establecieron diez principios clave que determinan las buenas prácticas en ciencia ciudadana (ECSA, 2015).

1. *Los proyectos de ciencia ciudadana involucran activamente a los ciudadanos en esfuerzos científicos que generan nuevos conocimientos o comprensión.*

Los participantes pueden actuar como contribuyentes, colaboradores o líderes del proyecto que desarrollan y tener un papel significativo para contribuir a la generación de conocimiento científico.

2. *Los proyectos de ciencia ciudadana generan conocimiento científico nuevo.*

Responden a una pregunta planteada al comienzo de una investigación o ayudan a informar sobre las acciones de conservación y decisiones de gestión ambiental.

3. *Los científicos profesionales y los ciudadanos se benefician de su aportación a los proyectos.*

Existen diferentes beneficios que pueden ir desde la inclusión de sus nombres en publicaciones científicas hasta el propio disfrute personal al contribuir en el desarrollo de la ciencia y el conocimiento global.

4. *Los científicos ciudadanos pueden participar en las múltiples etapas del proceso científico.*

El ciudadano ha de estar presente, si está interesado, en todas las fases de la investigación que se está desarrollando, desde la pregunta que marca el comienzo, hasta la comunicación de los resultados.

5. *Los científicos ciudadanos deben estar informados sobre el proyecto en todo momento.*

La información y la transparencia es clave dentro del proceso de participación; deben conocer cómo se utilizan sus datos y cuáles son los resultados de la investigación que se ha desarrollado.

6. *La ciencia ciudadana es una investigación como cualquiera otra, con sus limitaciones y sesgos que deben considerarse y controlarse para el buen desarrollo del método científico.*

La gran diferencia entre las investigaciones científicas tradicionales y las que se establecen en la ciencia ciudadana es que esta última democratiza la ciencia y tiene un mayor número de autores.

7. *Los datos y metadatos de los proyectos de ciencia ciudadana se deben de poner a disposición del público en un formato de acceso abierto.*

La generación y la transmisión del conocimiento es un pilar clave en la ciencia ciudadana donde los resultados generados deben estar accesibles para cualquier ciudadano, independientemente de su grado participación en la investigación.

8. *Los científicos ciudadanos tienen que ser reconocidos en los resultados y publicaciones de los proyectos.*

Los ciudadanos desarrollan parte de la investigación por lo que su trabajo debe ser mencionado en las publicaciones derivadas de la investigación.

9. *Los proyectos de ciencia ciudadana se evalúan por su producción científica, la calidad de los datos, la experiencia de los participantes y el impacto social o político.*

La evaluación final de los proyectos forma parte de las diferentes etapas del proceso de ciencia ciudadana. Tiene en cuenta los diferentes aspectos que forman parte del programa.

10. *Los líderes de los proyectos de ciencia ciudadana tienen en cuenta cuestiones legales y éticas relacionadas con los derechos de autor, la propiedad intelectual, los acuerdos de intercambio de datos, la confidencialidad, la atribución y el impacto ambiental de las actividades desarrolladas.*

3. Aspectos prácticos para la definición y ejecución de los proyectos de ciencia ciudadana

Los principios y aspectos básicos marcados por la ECSA son clave para el desarrollo de la ciencia ciudadana, sin embargo, el crecimiento en número, diversidad y complejidad ha provocado que instituciones nacionales como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) desarrollen guías sobre la ciencia ciudadana. El documento del CSIC expone diferentes aspectos prácticos para definir, desarrollar y ejecutar los proyectos (Oltra et al., 2022).

Aspectos a tener en cuenta:

- **Financiación:** El desarrollo de los proyectos tiene distintas vías de financiación para su ejecución. La Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) tiene una convocatoria de Ayudas para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación, con líneas propias de ciencia ciudadana. El Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica, del Ministerio de Ciencia e

Innovación también destina una partida presupuestaria para este tipo de actividades, procedente del programa Horizonte de la Unión Europea.

- ***Ámbito de actuación*** (*alcance geográfico y duración*): Definir la duración y el alcance de los proyectos es fundamental para la planificación de las actividades así como la selección del público objetivo para el desarrollo de la investigación.
- ***Público objetivo y entorno virtual o presencial***: El público objetivo puede ir desde un público general hasta un público muy específico. Si es muy variable puede estar segmentado para obtener unos mejores resultados. El público es imprescindible tenerlo en cuenta para desarrollar la estrategia de comunicación y la metodología de trabajo.
- ***Objetivos del proyecto y su relación con la ciencia ciudadana***: Es imprescindible determinar los objetivos generales y específicos del proyecto desde el comienzo, así como la designación de estos a los participantes para su consecución. Durante todo el proyecto se debe de hacer un *feedback* sobre el grado de desarrollo de estos.
- ***Estrategias y herramientas para la captación de participantes y plan de comunicación***: La captación de los participantes se debe realizar por múltiples vías, de manera *online* a través del uso de redes sociales, páginas web o medios de comunicación, o de forma física en espacios de interés para los posibles participantes, como museos o universidades.
- ***Gestión de los datos y del conocimiento generado***: generar nuevo conocimiento, por lo que es también esencial pensar en la gestión del ciclo de vida de los datos y del conocimiento generado.
- ***Gestión de aspectos éticos, integridad científica, privacidad y propiedad intelectual***: Los aspectos éticos son imprescindibles a la hora de desarrollar las actividades. Los participantes deben conocer la integridad de la investigación que tiene que estar abalada por comités de bioética, si se recoge en la legislación. Todo participante en el estudio debe tener la seguridad de que el proceso de toda muestra se realiza teniendo en cuenta su privacidad. Los consentimientos informados son documentos esenciales para mantener la integridad científica y ética del proyecto de ciencia ciudadana.
- ***Impacto científico social y económico***: La evaluación del impacto social y económico es imprescindible a la hora de cerrar un proyecto para conocer el impacto que ha tenido en la sociedad.

4. Beneficios de desarrollar o participar en proyectos de ciencia ciudadana

Desarrollar o participar en actividades de ciencia ciudadana tiene múltiples beneficios para los ciudadanos. La publicación *Citizen Science for All*, clasifica algunos de ellos en tres

ámbitos: Ciencia (Figura 1), Sociedad (Figura 2) y Participantes (Figura 3) (Pettibone et al., 2016).

BENEFICIOS PARA LA CIENCIA

Inspira nuevos temas de investigación.

Crea grandes conjuntos de datos.

Aumenta la aceptación pública de los resultados de la investigación.

Promueve la evaluación y aplicabilidad de la investigación.

BENEFICIOS PARA LA SOCIEDAD

Genera y comunica temas de investigación socialmente relevantes.

Permite a la sociedad asumir la responsabilidad de la investigación.

Desarrolla oportunidades para transformación social.

Promueve una mejor transferencia de los resultados de la investigación.

BENEFICIOS PARA LOS PARTICIPANTES

Contribuye a los descubrimientos científicos.

Mejora la comprensión e interés por la ciencia.

Introduce ideas y soluciones innovadoras para la ciencia.

Atrae a los participantes y promueve la colaboración mejorando la sociedad.

5. Los principios de la divulgación para hacer la ciencia ciudadana inclusiva

La divulgación científica inclusiva es un deber institucional, la administración tiene que garantizar el derecho universal de acceso a la cultura. Por este motivo, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas perteneciente al Gobierno de España, ha elaborado los quince principios para la divulgación científica inclusiva (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2024). La ciencia ciudadana es un ejemplo de divulgación científica, por lo que debe cumplir los siguientes principios:

1. Considerar la divulgación científica inclusiva un deber institucional.
2. Incluir mejor que integrar.
3. Prestar atención a la diversidad.
4. Usar formatos variados y multisensoriales.
5. Fomentar la participación.
6. Ser flexibles.
7. Atender a la mutabilidad.
8. Crear actividades portables.
9. Utilizar un lenguaje claro y conciso.
10. Emplear un tono y enfoque atractivo.
11. Contar con la perspectiva de los públicos objetivo.
12. Tener en cuenta las condiciones ambientales.
13. Comunicar conscientemente.
14. Fomentar la formación específica.
15. Realizar evaluaciones periódicas.

6. Evaluación del impacto de las actividades de ciencia ciudadana

La evaluación de la ciencia ciudadana es una de las etapas finales del proceso de participación ciudadana. Existen multitud de criterios para evaluar las actividades desarrolladas dentro de los proyectos colectivos. Un ejemplo de coevaluación es el enfoque de impacto desarrollado por el proyecto MICS (European Commission, 2024)- Proporciona un enfoque paso a paso para identificar y monitorizar la iniciativa planteada y está compuesto por tres etapas principales: un análisis del contexto, el diseño y validación del viaje de impacto y la planificación, seguimiento, evaluación y aprendizaje.

La plataforma MICS proporciona una herramienta fácil para realizar la evaluación de los proyectos. Se basa en un conjunto de preguntas con respuestas predefinidas entre las que los gestores pueden elegir y proporciona enlaces a recursos útiles, así como recomendaciones para ayudar a aumentar el impacto.

La evaluación a través de la plataforma MICS se compone de cinco dominios:



El conjunto de los cinco dominios, junto a la sencillez de la plataforma, hace que la evaluación de los proyectos de ciencia ciudadana deje de ser compleja y disminuya los tiempos de ejecución.

7. La difusión de la calidad del aire a través de la ciencia ciudadana

La calidad del aire juega un papel fundamental en la salud de la población, según la (Organización Mundial de la Salud, 2021). Concienciar a la población sobre su importancia, así como las acciones para minimizar las actividades que afectan de manera negativa a la salubridad del aire que respiramos, es crucial. Por este motivo, se han desarrollado numerosos proyectos de ciencia ciudadana que tienen como eje fundamental la concienciación y el desarrollo del conocimiento científico sobre la contaminación atmosférica, los olores y la monitorización de parámetros ambientales.

A continuación, se nombran algunos de los proyectos de ciencia ciudadana sobre calidad del aire que se han desarrollado en distintos entornos.

- Vigilantes del aire
- ParticipAIRE
- ESAIRE
- NasAPP
- Smoke Sense
- URwatair
- Sympnia
- Liquencity
- Ciencia en la ciudad
- NOSE - Red para la sensibilidad al olor
- NO₂NO Grazie
- Ciencia Ciudadana Garrotxa
- Odourcollect
- HackAIR
- ObsAIRve
- ExpoLIS
- AirBox
- Luftdaten

Sánchez-Gey et al., (2022) en el capítulo “La ciencia ciudadana como herramienta de concienciación y generación de información sobre calidad del aire” desarrollan cada uno de los proyectos de ciencia ciudadana expuestos en el listado.

8. Experiencias vividas de actividades de ciencia ciudadana a través del proyecto COMUNICAIRE.

El proyecto COMUNICAIRE “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura” pone en valor la ciencia ciudadana al desarrollar cinco actividades de ciencia colaborativa. La calidad del aire es el eje transversal de las acciones de ciencia ciudadana realizadas, donde se genera conocimiento científico y se aumenta la concienciación de la sociedad sobre la contaminación atmosférica y las alergias polínicas.

Las fases de planificación, progreso y evaluación de las actividades de ciencia ciudadana han sido ejecutadas de acuerdo con las recomendaciones sugeridas en los apartados previos.

A continuación, se exponen cada una de las actividades llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto.

- *Monitorización de la calidad del aire que respiran estudiantes preuniversitarios*

Los estudiantes de Formación Profesional de un centro formativo CESUR de la ciudad de Badajoz han sido los participantes de la actividad de ciencia ciudadana junto a investigadores del área de ciencias y de ciencias sociales. El objetivo principal de la actividad fue evaluar el grado de conocimiento de los estudiantes sobre la contaminación atmosférica, así como la monitorización del aire que respiran en sus trayectos diarios.

La actividad se desarrolló en tres bloques: el primer bloque constaba de una encuesta en la cual se les preguntaba sobre conocimientos básicos sobre la contaminación atmosférica, las fuentes de información que conocían y las herramientas para evaluarlas. En el segundo bloque se desarrollaron experimentos de detección de contaminantes atmosféricos y en el tercer bloque los alumnos portaron un dispositivo de bajo coste de monitorización de contaminantes presentes en el aire. A través de una *app* instalada en su terminal móvil podían ver la calidad del aire que respiraban en ese mismo instante, como se muestra en la figura 1.

Figura 5. Equipo de monitorización de calidad del aire y teléfono móvil con el índice de calidad del aire.



Para finalizar la actividad contestaron a un cuestionario en el que se evaluaba la experiencia de usuario de la actividad.

- *Determinación de los niveles de ozono en Badajoz mediante tiras colorimétricas*

Estudiantes de tercero y cuarto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), asistieron a una sesión sobre contaminación atmosférica y canales de información sobre calidad del aire. El objetivo de dicha sesión era divulgar las *apps* y páginas web donde los ciudadanos pueden conocer en tiempo real las concentraciones de los distintos contaminantes atmosféricos que se determinan en las unidades de vigilancia repartidas por toda Europa. Para conocer el grado de preocupación sobre el aire que respiran, los alumnos tuvieron que contestar a una encuesta.

Tras la actividad en el aula, el alumnado determinó los niveles de ozono en el entorno de sus viviendas. Durante una hora expusieron una tira reactiva al aire, cambiando de tonalidad en función de la concentración de ozono que hay. Los alumnos, de manera cualitativa, pudieron determinar si existía riesgo o no para la salud debido a los niveles de este contaminante. Los investigadores del proyecto realizaron una determinación cuantitativa mediante la lectura de los parámetros de color con la cámara de un teléfono móvil.

- *Evaluación del grado de información y necesidades sobre alergias polínicas en la población*

El proyecto de investigación desarrolló una campaña informativa dirigida a ciudadanos, en colaboración con el Colegio Oficial de Farmacéuticos de la provincia de Badajoz, cuyo objetivo era recoger datos sobre los canales de información que consultan las personas alérgicas en materia de calidad del aire. Para obtener dicho objetivo, pusieron carteles en las farmacias de la provincia de Badajoz con un código QR que derivaba a una encuesta.

La encuesta estaba dividida en cuatro dimensiones; la primera de ellas pretendía conocer el perfil sociodemográfico del encuestado, la segunda buscaba conocer los patrones de consumo informativo en el ámbito sanitario, la tercera la frecuencia de consumo de información científica vinculada con la salud, así como los canales por la que acceden a la misma, y la última, buscaba indagar sobre las necesidades y preocupaciones que tienen acerca de la calidad del aire.

Tras el estudio de las encuestas se determinó cuáles son las herramientas de comunicación que demanda la población alérgica, así como las que conoce.

- *Monitorización de la calidad del aire en la media maratón Elvas-Badajoz*

La media maratón Elvas-Badajoz es un evento deportivo anual que se desarrolla entre Portugal y España, donde deportistas de estos y otros países compiten. El aire de mala calidad tiene numerosos efectos negativos en los corredores al aumentar el volumen de aire inhalado. Por este motivo, investigadores del proyecto determinaron los niveles de distintos contaminantes atmosféricos durante el recorrido. Tres corredores portaron equipos de monitoreo de la contaminación atmosférica como los que se muestran en la figura 1 y mediante la georreferenciación se pudo conocer la calidad del aire en cualquier punto del recorrido.

Además, los días de recogida de los dorsales, el equipo de investigación encuestó a los participantes para conocer sus necesidades informativas en relación con la calidad del aire. En total se obtuvieron 200 respuestas que permitieron conocer nuevas vías y acciones de comunicación hacia los deportistas en el proceso de transferencia de conocimiento a la sociedad.

Referencias

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2024). 15 principios para una Divulgación Científica Inclusiva. https://www.csic.es/sites/default/files/2024-02/15%20PRINCIPIOS%20DE%20DIVULGACION%20INCLUSIVA_2024_vertical.pdf
- Dickmann, T., Opfermann, M., Dammann, E., Lang, M., & Rumann, S. (2019). What you see is what you learn? The role of visual model comprehension for academic success in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 804-820 <http://doi.org/10.1039/C9RP00016J>
- ECSCA (European Citizen Science Association). (2015). Ten Principles of Citizen Science. Berlin. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España (EPSCT)*. Microdatos 2022. Edición 1.0 <https://doi.org/10.58121/msx6-zd63>
- Fundación Ciencia Ciudadana. (2017). *Guía para conocer la ciencia ciudadana*. Dinka Acevedo Caradeux. ISBN: 978-956-393-362-8.
- Kerson, R. (1989). Lab for the environment. *Technology Review*, 92(1), 11-12
- European Commission. (2024). Measuring Impact of Citizen Science. Developing metrics and instruments to evaluate citizen science impacts on the environment and society. CORDIS EU research results. <https://doi.org/10.3030/824711>
- Oltra, A., Piera, J., & Ferrando González, L. (2022). *Breve guía sobre Ciencia Ciudadana CSIC*. CSIC, 1-48 <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/15221>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (22 de septiembre de 2021). Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire. OMS. <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- Perelló, J. (24 de abril de 2014). *Ciencia Ciudadana: Conocimiento al Poder*. Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (CCBLAB). Disponible en: <http://lab.cccb.org/es/ciencia-ciudadana-conocimiento-al-poder/>
- Pettibone, L., Vohland, K., Bonn, A., Richter, A., Bauhus, W., Behrisch, B., Borchering, R., Brandt, M., Bry, F., Dörler, D., Elbertse, I., Glöckler, F., Göbel, C., Hecker, S., Heigl, F., Herdick, M., Kiefer, S., Kluttig, T., Kühn, E., Kühn, K., Oswald, K., Röller, O., Schefels, C., Schierenberg, A., Scholz, W., Schumann, A., Sieber, A., Smolarski, R., Tochtermann, K., Wende, W., & Ziegler, D. (2016). *Citizen science for all – a guide for citizen science practitioners*. Bürger Schaffen Wissen (GEWISS) publication. German Centre for integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Leipzig; Berlin-Brandenburg Institute of Advanced Biodiversity Research (BBIB), Museum für Naturkunde (MfN) – Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Berlin. Available online at [PDF]. https://www.buergerschaffewissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/handreichunga5_engl_web.pdf
- Real Academia Española. (s.f.). *Ciencia*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 08 de marzo de 2024.
- Sánchez-Gey Valenzuela, Nuria, Romero Domínguez & Lorena R. (2022). *Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global*. Madrid: Dykinson, 2022. Disponible en: <https://www.dykinson.com/libros/sociedad-digital-comunicacion-y-conocimiento-retos-para-la-ciudadania-en-un-mundo-global/9788411220828/>
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., & Wagenknecht, K. (2021). *The science of citizen science* (p. 529). Springer Nature. ISBN 978-3-030-58277-7

CAPÍTULO VII.

El género infográfico como herramienta imprescindible en la transferencia de conocimiento sobre calidad del aire

Jose M. Pinilla-Gonzalez¹²

Lucas García-Ramírez¹³

Clara E. Marcos-Gómez¹⁴

Introducción

El rápido avance tecnológico de la era digital ha revolucionado la comunicación tal y como hoy la conocemos, dando lugar a un amplio abanico de nuevos canales de comunicación que están transformando la dinámica de la interacción humana. Estos cambios en el panorama de la comunicación intensificados por la digitalización de la esfera pública también repercuten en la forma de entender y estudiar la comunicación científica (Kupper, Moreno & Fornetti, 2021), muchos de estos cambios, propiciados por querer dar una respuesta al incremento de la variedad de actores involucrados y por perseguir una forma de comunicar más dialógica e interactiva (Kupper et al., 2021).

En este sentido, Internet y las redes sociales están cambiando la forma en que se construyen y conforman las relaciones sociales. La comunidad científica y las personas que divulgan ciencia están utilizando estas nuevas herramientas para llegar a la ciudadanía de forma más directa e interactiva (Brossard & Scheufele, 2013). Estas plataformas sociales se

¹² Personal Científico e Investigador en la Universidad de Extremadura en el proyecto “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura” (proyecto IB20081). Alumno del Programa de Doctorado de Información y Comunicación de la Universidad de Extremadura. <https://orcid.org/0009-0003-0726-501X> - jpinillagon@unex.es

¹³ Personal Científico e Investigador en la Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación de la Universidad de Extremadura. Dpto. Información y Comunicación (Proyecto IB20081). Graduado en Comunicación Audiovisual y postgrado en Gestión de la Información en Redes Sociales y de los Productos Digitales en Internet. Fotógrafo documental, fotoperiodista, diseñador gráfico e infografista. lucasgarra@unex.es

¹⁴ Doctora en Comunicación por la Universidad de Extremadura. Licenciada en Periodismo por la Universidad Complutense de Madrid. Directora de Servicios Informativos en COPE Extremadura (1991-2007). Directora del Grupo de Innovación Docente IN/ON. Profesora Colaboradora Doctora en el área de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Universidad de Extremadura (España). Principales líneas de estudio: periodismo de proximidad, educomunicación y alfabetización mediática. cemargom@unex.es

han convertido en un estándar en la vida de las personas. Según el informe de Statista (2022), en 2022, alrededor de 4.590 millones de personas usaron redes sociales en todo el mundo. Una cifra que estima que roce los 6.000 millones para 2027. En este mismo informe se expone que el uso de las redes sociales es una de las actividades con mayor penetración, una cifra que va en aumento de manera notable.

En octubre de 2023 Facebook llegaba a los 3.030 millones de usuarios activos, siendo la red social más utilizada, seguido de Youtube con 2.400 millones de usuarios activos (We Are Social, 2023). En los datos del informe publicado por We Are Social (2023) se observa una tendencia clara, las redes sociales de contenidos visuales (imágenes o vídeos) se están instaurando como la norma, TikTok cuenta ya con 1.200 millones de usuarios e Instagram con sus 2.000 millones de usuarios es valorada como la favorita en las franjas de edad de 16 a 34 años.

Estos nuevos espacios han abierto un nuevo abanico de posibilidades para comunicar ciencia de una forma más interactiva (Spandana & Geetha, 2022) aprovechando su popularización en favor de la transmisión del contenido científico en espacios cotidianos de manera accesible, sin las barreras que supone la comunicación tradicional. Y gran parte de la comunidad científica está siguiendo esta ola, sumándose a estos espacios para comunicar información relacionada con sus investigaciones (Gottfried & Shearer, 2016; Howell & Brossard, 2019).

Como indican Lopez y colaboradores (2024) es de gran importancia construir una comunicación de la ciencia que tenga en cuenta las gramáticas de las redes, las posibilidades de los dispositivos para integrarse, de esta forma, correctamente en una ecología mediática compleja y competir por la atención de los usuarios, especialmente para jóvenes. Aquí subyace la necesidad de adaptar el lenguaje y conocimientos científicos, favorecer su entendimiento para personas expertas y profanas, dentro de los códigos y formatos que se utilizan en los espacios digitales. La importancia de comunicar ciencia se hace vital en un momento en que los desórdenes informativos están a la orden del día. La divulgación científica, a través de plataformas digitales y redes sociales, y también a través de la comunicación tradicional, fue el buque insignia de la lucha contra la desinformación durante la pandemia de COVID-19 (Dantas & Daccache-Maia, 2020). Sin embargo, el reto de los desórdenes informativos se ha acrecentado y tiene graves consecuencias en esferas que comprenden temáticas como el cambio climático, la economía o la política (Allcott & Gentzokw, 2017; Schmid & Betsch, 2019).

Este panorama presenta todo un reto para la comunidad científica, la prevalencia de la resistencia a la evidencia, aun disponiendo de información relevante basada en fuentes fiables y precisas, muchos consumidores no la asumen, se resisten a ella o la desacreditan (Klintman, 2019; Kelp & Simion, 2023).

Y es que el interés ciudadano por la ciencia existe, de la misma forma que existe el objetivo de la comunidad científica de llegar a públicos diversos, y las formas emergentes de dialogar e interactuar sobre la evidencia científica crecen (Oliver et al., 2023). De ahí, la importancia de aprovechar nuevas tendencias, formatos, canales y herramientas, para transmitir el conocimiento científico a la ciudadanía. Comunicar ciencia a la ciudadanía equivale a alfabetizar y empoderarla, motivando el espíritu científico y la opinión crítica.

En este sentido, los elementos visuales aplicados a la comunicación promueven dichos cambios a través de la exposición de los beneficios o repercusiones de tener ciertos comportamientos o llevar a cabo ciertas acciones. Esto se hace especialmente relevante en la comunicación ambiental, donde su inherente abstracción, complejidad y lentitud (Boykoff & van der Wurff, 2011) suponen todo un reto para generar conciencia medioambiental en la ciudadanía. Sin embargo, tendencias como la comunicación visual o las infografías suponen una nueva oportunidad para cambiar estas percepciones y comportamientos, promoviendo actitudes proambientales en la ciudadanía.

Un ejemplo de la efectividad de la comunicación visual se evidencia en la investigación de Anibueze y colaboradores (2022), donde el equipo de investigación llevó a cabo un estudio del impacto de las multimedia visuales en la mejora del conocimiento de la planificación familiar moderna en los campos de desplazados internos en Nigeria. Este estudio reveló que las personas participantes a las cuales se les había comunicado a través de elementos visuales tenían unos índices de conocimiento mayores sobre el objeto de estudio y mostraban una mayor intención de adoptar la planificación familiar moderna. Autores como Landis y Duscher (2022) van un paso más allá e introducen un elemento nuevo en la comunicación visual, la interactividad. Desarrollaron un modelo de póster científico interactivo a través de visualizaciones y animaciones para explicar conceptos sobre oceanografía a públicos no expertos. Desde 2007, los autores desarrollan e investigan diferentes formatos de visualización y comunicación en diferentes campos científicos. Una evaluación posterior llevada a cabo por Frahm (2019) reveló que el material generado por Landis y Duscher había servido para un mejor entendimiento y conocimiento de temas científicos y había contribuido a la mejora de la experiencia de usuario.

Los vínculos entre conocimiento y lo visual tienen raíces históricas y culturales (Drucker, 2014) y es que, también en el mundo científico, las ideas se expresan más rápido y de manera más comprensible a través de medios visuales. Sin embargo, el reto al que se enfrenta la comunidad científica se encuentra en elegir correctamente el medio visual y qué datos representar para que la investigación pueda ser entendida apropiadamente. Con el auge de Internet, las redes sociales y las tecnologías de la información, la forma de comunicar ciencia ha experimentado cambios profundos (Ferreira et al., 2021) tanto en formatos como en metodologías. La ciencia puede beneficiarse de estas nuevas herramientas de comunicación que van mucho más allá de los artículos escritos con gráficos y tablas (Jamali et al., 2018; Rodrigues & Godoy-Viera, 2017), pudiendo comunicar de manera más eficiente y accesible a la ciudadanía.

La visualización de datos representa una poderosa metodología para mejorar la transmisión de resultados (Bannister et al., 2021) al ser capaz de mostrar de manera simple y accesible grandes conjuntos de datos o conceptos complejos. Lester y Cottle (2009) ya señalaban la capacidad de los elementos visuales para simplificar conceptos complejos como el cambio climático, por ejemplo, el tocón de un árbol cortado puede simbolizar todo el proceso de deforestación o una bolsa de plástico en una playa, la proliferación de los plásticos en los ecosistemas oceánicos.

Hasta ahora, los enfoques de comunicación tradicionales se han basado en proyecciones objetivas y científicas que no logran galvanizar la respuesta de las audiencias, al no tener en cuenta los contextos sociales y culturales individuales que existen entre los distintos países (Munshi et al., 2020). Y las representaciones visuales de los problemas

medioambientales han tendido a descontextualizarse y estetizarse de tal modo que potencian su uso en distintos géneros de comunicación (Hansen & Machin, 2018) a pesar de que, de esta forma, estos mensajes pierden efectividad a la hora de cumplir el objetivo de generar cambios en el comportamiento y la percepción de la ciudadanía. De esta forma, no solo resulta necesario revisar la forma en que se representan visualmente estos contenidos, sino también analizar cuáles de ellos reciben una respuesta emocional más positiva y favorecen la acción climática (Chapman et al., 2016).

En el caso concreto de la calidad del aire, la forma más utilizada para representar los datos son los mapas dinámicos alojados en páginas oficiales de instituciones y páginas de asociaciones o iniciativas ciudadanas. Visualmente, los niveles de calidad del aire se representan siguiendo un código de siete colores que sigue los valores establecidos por las normas comunitarias que regulan la calidad del aire (MITECO, 2023).

- Buena: RGB (0,150,200)
- Razonablemente buena: RGB (50,170,100)
- Regular: RGB (255,200,0)
- Desfavorable: RGB (255,0,0)
- Muy desfavorable: RGB (120,20,20)
- Extremadamente desfavorable: RGB (128,0,128)
- Sin datos: RGB (0,0,0)

Sin embargo, la comunicación en materia de calidad del aire carece de un matiz divulgativo y alfabetización. Se transmiten a la ciudadanía los datos relativos a los niveles de calidad del aire referentes a la ciudad o zona en que vive o se comparten por redes sociales estudios y análisis realizados por diferentes grupos de investigación referentes al tema, pero no existe un conocimiento profundo por parte de la ciudadanía sobre las implicaciones, causas o efectos de la calidad del aire. Bucchi & Saracino (2016) afirman que tanto los expertos como las diversas audiencias viven actualmente inmersos en un entorno visualmente denso, especialmente cuando se trata de contenidos de ciencia y tecnología.

Es en este panorama en el que la infografía científica, como recurso autónomo, independiente y autoexplicativo (Fraile & Pazos, 2022) se presenta como una oportunidad para la comunidad científica, utilizando los formatos visuales con el fin de transmitir ese conocimiento científico más profundo de manera más accesible a la ciudadanía.

La infografía científica

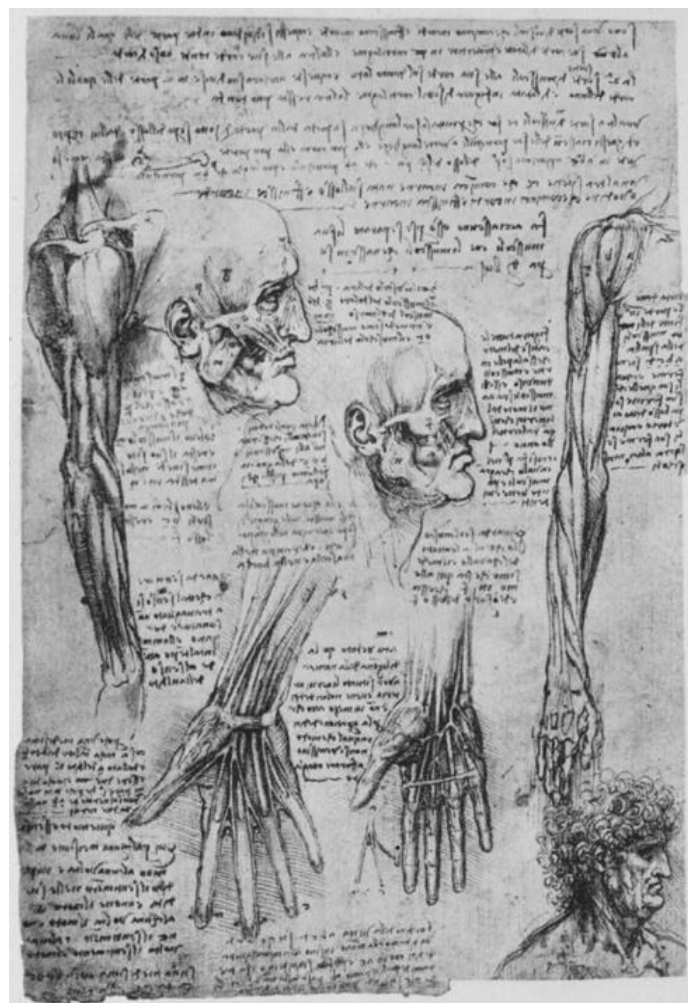
La teoría evolutiva sugiere que nuestra adaptación biológica nos ha configurado de manera singular, otorgando una primacía innegable al procesamiento visual en nuestras capacidades cognitivas. Esta predisposición visual, ejerce una influencia profunda en múltiples aspectos de la experiencia humana, incluyendo la forma en que nos comunicamos y expresamos. Investigadoras como Sánchez (2009), especialista en neurociencia de las artes visuales del Hospital de Mataró en Cataluña, afirma que “La corteza cerebral de tipo visual

es la más extensa y unas cinco veces mayor que la corteza auditiva. Por eso interesa cualquier actividad y medio relacionado con la visión”.

Actualmente nos encontramos inmersos en una era prolífica en cuanto a la presentación visual de información, caracterizada por un aumento sin precedentes de gráficos estadísticos, mapas, infografías y diagramas en diversos ámbitos. Esta tendencia no se limita únicamente a los medios de comunicación, sino que se extiende también al ámbito científico, empresarial, financiero e incluso al campo de la inteligencia artificial.

En los últimos años, se ha observado un notable aumento en el uso de infografías, impulsadas tanto por el desarrollo de herramientas especializadas para su creación como por la creciente accesibilidad a la educación. Un ejemplo de esta explosión visual se evidenció durante la pandemia de COVID-19, con la difusión masiva de gráficos destinados a ilustrar conceptos como ‘achatar la curva’, un fenómeno que refleja el creciente protagonismo de la presentación visual de datos científicos en el discurso público y en la comprensión de fenómenos complejos (Cairo, 2021).

Figura 1. Disección de brazos y manos realizada por Leonardo da Vinci.



Fuente: (Science Friday, 2017).

Este ascenso denota una transformación significativa en la comunicación de la ciencia. Con la representación gráfica de la información, las infografías y representaciones visuales de datos, no solo se reinterpretan los hallazgos, sino que además se reafirma su papel fundamental como instrumento de divulgación al servicio de la ciencia. Esta tendencia encuentra sus raíces en las manifestaciones primigenias del arte rupestre, hallando su apogeo en la obra de destacados exponentes, como los esquemas sintetizados concebidos por Leonardo Da Vinci durante el Renacimiento. (Català, 2020).

Figura 2. Mapa original de John Snow que muestra los cúmulos de casos de cólera en la epidemia de Londres de 1854, dibujado y litografiado por Charles Cheffins.



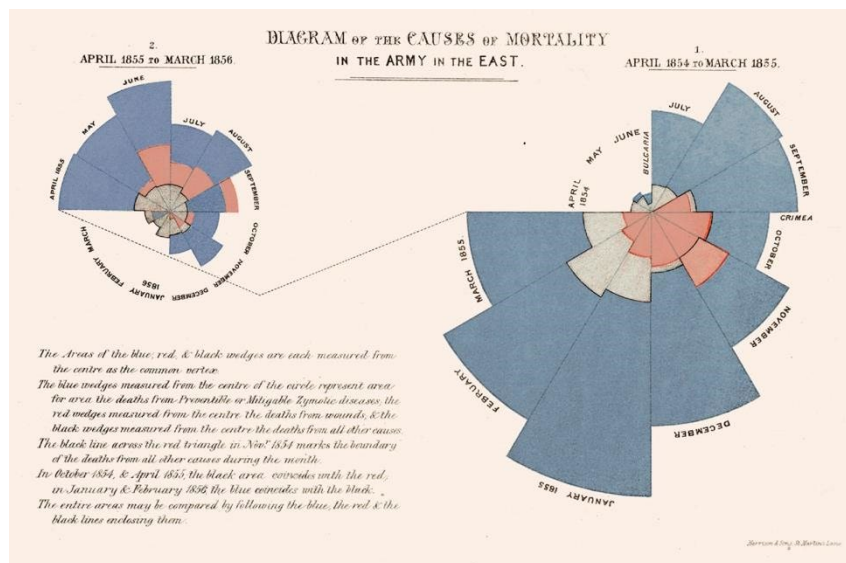
Fuente: (Trilnick, 2013).

Este ilustre polímata y precursor de la infografía científica (Esteban-Gracia, 2016), lejos de limitarse a sus logros en campos como la medicina y la ingeniería, sobresalió por su destreza para plasmar visualmente conceptos de alta complejidad, amalgamando ilustraciones científicas con textos explicativos con miras a conservar información de manera eficaz y detallada. Su legado de la representación visual de los estudios que realizaba, establece un precedente significativo para la pertinencia y la influencia de la infografía científica contemporánea.

Cairo (2021) y Esteban-Gracia (2016) señalan que los orígenes de la visualización y la infografía cuentan con una continuidad significativa mucho antes del último tercio del siglo

XX. El desarrollo de disciplinas como la cartografía y la estadística en el siglo XVIII y XIX tiene como ejemplos importantes trabajos de infográficos, como el mapa de la epidemia de cólera en el barrio londinense del Soho, elaborado en 1854 por el doctor John Snow, o el gráfico con las causas de muerte en el ejército británico en 1858, realizado por la enfermera Florence Nightingale (Vizoso, 2023). Estos ejemplos ilustran cómo la visualización de datos facilita la comprensión y el abordaje de problemáticas científicas complejas.

Figura 3. 'La Rosa de Florence Nightingale'. Gráfico de área polar que representa la cantidad de defunciones de la milicia británica entre 1854 y 1856 y sus principales causas.



Fuente: (Álvarez et al., 2018).

Otros casos importantes del uso de gráficos o preinfografías se sitúan a finales del siglo XVIII y principios del XIX de la mano de William Playfair, considerado uno de los precursores de algunas de las formas gráficas más presentes hoy día, como los gráficos de líneas, los de barras y los circulares aparecidos en sus obras “The Commercial and Political Atlas” y “Statistical Breviary; Shewing on a Principle Entirely New, the Resources of Every State and Kingdom in Europe”, destacando la combinación de diferentes escalas (Vizoso & López-García, 2019).

En la actualidad, las analíticas de medios como *The Washington Post* (TWP) o *The New York Times* (TNYT), reconocen el interés del público por las infografías. Algunos de los contenidos más consumidos en toda la historia son visualizaciones de datos, como el reportaje visual publicado por Stevens (2020) en TWP explicando cómo se extiende una pandemia. Este medio manifestó que 6 de sus 7 trabajos más vistos en toda su historia habían sido creados por el equipo de infografistas (Cairo, 2021).

Casos de éxito reciente han sido las infografías publicadas en TNYT (2022) “Can You Gerrymander Your Party To Power?”, todo un ejercicio creativo de interactividad con el lector tanto en papel como en digital; el reportaje científico “How many years do we lose

to the air we breathe? (TWP, 2018); “Cutting the carbón pollution output” (TWP, 2014), o las franjas de calentamiento o franjas climáticas ‘warming stripes’ creadas por el climatólogo Ed Hawkins y que fueron portada en *The Economist* (2019). A través de barras verticales de colores representó la temperatura global del planeta entre 1850 y 2018. El azul refleja las temperaturas más bajas y el rojo las más altas. Esta sencilla pero eficaz representación, sigue siendo hoy una referencia de visualización de datos y ha sido utilizado en diferentes contextos. Como recogió *EuroNews* (2022), la activista Greta Thumber también lo eligió para la portada de su último libro “The climate book”.

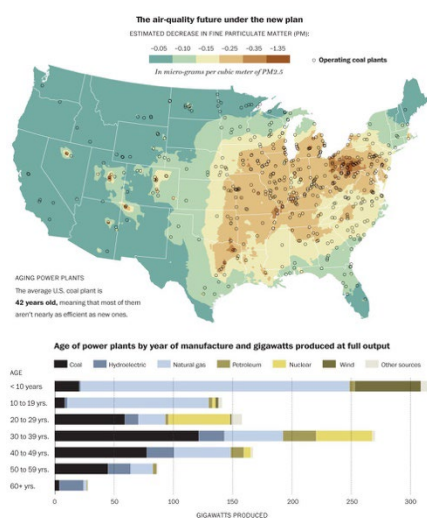


Ilustración 1. Infografía publicada el 2 de junio de 2014 en *The Wasington Post*.
Fuente: TWP(2014).



Ilustración 2. ‘Portada de *The Economist* del 21 de septiembre de 2019.
Fuente: *The Economist*, 2019

Estos ejemplos ponen de manifiesto el interés de la sociedad por las representaciones visuales y las infografías científicas a lo largo de la historia.

Al abordar el concepto de infografía y revisar la literatura, son muchas personas profesionales de la investigación las que han tratado el tema (González, 2014; Luna-Gijón & López, 2022; Marín-Ochoa, 2009; Roney-Aguirre, et al., 2015). En algunos casos, la definición podría ser simplista o mezclar géneros y conceptos. Fraile-Narváez y Pazos-López (2023, p. 7) definen la infografía científica como “Una estructura visual informativa que sintetiza datos académicos y los explica de forma figurada a través de narrativas visuales”. Definición que podríamos complementar con la del reconocido infografista Cairo (2021), que aúna infografía y visualización de datos dentro de un mismo contexto, pero ocupando extremos opuestos. Para este autor, la infografía representa más que explorar, mientras que la visualización de datos permitiría mayores posibilidades de lecturas, si bien ambos conceptos ayudarían en la reflexión de lo representado.

Dadas las variantes establecidas por los diferentes autores y estudios, unificamos los términos exponiendo que una infografía científica es:

“Una herramienta de comunicación visual, que se elabora tanto en el entorno digital como fuera de él, que posee carácter multidisciplinar al apoyarse en profesionales de diversas disciplinas, y que combina el diseño gráfico, la imagen estática, el texto e incluso piezas de audio y vídeo, para facilitar la interpretación y comprensión de un conjunto de datos académicos significativos o complejos, presentándolos de manera efectiva, atractiva y comprensible a la audiencia objetivo”.

La transición de este formato al ámbito digital también ha generado la aparición de nuevas denominaciones para estas representaciones gráficas de la información. En consecuencia, el incremento de la investigación en el campo de la representación gráfica de información y datos ha propiciado la proliferación de diversas terminologías, tal como documentan Vizoso y López-García (2019). Entre estas se incluyen términos como infografía digital, infografía en línea, infografía interactiva, infografía multimedia, visualización de datos y visualización de la información.

La actual capacidad inherente de la infografía para simplificar conceptos complejos y hacerlos comprensibles para personas con diversos niveles de conocimiento representa una extensión moderna del legado dejado por Da Vinci, Snow y Nightingale como comunicadores visuales y divulgadores científicos. Su relevancia científica radica en su capacidad para ofrecer una visualización de la investigación, fomentar la colaboración entre diversos actores y potenciar el conocimiento de aquellos que la utilizan al facilitar la retención de la información en la memoria (Luna-Gijón, 2023).

En el núcleo del diseño de una infografía científica de calidad reside la colaboración interdisciplinaria, que demanda una gestión meticulosa respaldada por un enfoque metodológico dinámico y adaptable. Este proceso requiere la convergencia de una variedad de habilidades y perfiles, así como el asesoramiento de especialistas en la materia. En esencia, implica convertir información compleja en un formato visual atractivo y comprensible para el público en general.

Este diseño de la información se nutre de múltiples disciplinas que, coordinadas, facilitan el proceso de creación de una infografía científica. Por tanto, se necesita un proceso creativo capaz de identificar la información y traducirla de manera que facilite los procesos cognitivos del espectador, prestando especial atención a la posibilidad de ser retenida por el usuario, ya que es en ese punto donde la información es asimilada, reinterpretada y aplicada de manera efectiva (Luna-Gijón, 2022).

La infografía en COMUNICAIRE

Teniendo en cuenta los antecedentes, la infografía se legitimó para COMUNICAIRE como una herramienta fundamental en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. A la hora de acercar la información sobre calidad del aire a la ciudadanía, la infografía permite que ésta comprenda información compleja de manera rápida y eficiente (Lankow et al., 2012). Autores como Polman y Gebre (2015) afirman que la infografía científica nace de la necesidad de que las personas tengan un mayor acercamiento sobre temas científicos, y especialmente proveen de otra forma de apreciar el conocimiento sobre la ciencia.

Esta necesidad viene también derivada de una demanda pública, el Eurobarómetro titulado “Attitudes of Europeans towards Air Quality” (European Commission, 2022) pone en evidencia que existe una importante carencia de información referente a los problemas de la calidad del aire en los países europeos. Dentro de la Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España se muestra que la ciudadanía percibe la información que recibe sobre ciencia y tecnología como positiva, verdadera y comprensible, pero también es percibida como insuficiente y superficial. A esta demanda y circunstancias se da respuesta en el proyecto COMUNICAIRE, donde se han llevado a cabo publicaciones de contenidos divulgativos en materia de calidad del aire. Dentro de estos contenidos, la infografía ha tenido un rol protagonista, estando presente en la estrategia de contenidos durante toda la duración del proyecto.

Se han realizado un total de 30 publicaciones con infografías en los diferentes perfiles sociales de *Facebook* y *X* de AeroUEX y AQUIMA. Además, estos contenidos también se publicaron en la página web y blog de Tu Salud está en el Aire, donde el grupo de investigación AQUIMA realiza divulgación sobre calidad del aire. Las 18 infografías publicadas fueron realizadas por un equipo de artistas y personas expertas en diseño gráfico siguiendo las pautas del equipo de investigación del proyecto. De esta forma, COMUNICAIRE señala lo significativo y la importancia del trabajo multidisciplinar, ya que genera proyectos y resultados innovadores más allá de investigadores e investigadoras que guían su proyecto con el método científico (Beltrán et al., 2018), sobre todo en ámbitos de la investigación que involucran ciencias puras y aplicadas.

Las infografías utilizadas en este caso están centradas en explicar conceptos sobre calidad del aire y aerobiología. En el caso de la calidad del aire, se desarrollan conceptos referentes a los contaminantes atmosféricos que se miden en la Red Extremeña de Protección e Investigación de la Calidad del Aire (REPICA), el impacto que tienen y los principales precursores. Además, se diseñó una infografía concreta sobre cómo se miden esos contaminantes en la región de Extremadura. Todas estas infografías incluían enlaces al Índice Nacional de la Calidad del Aire (ICA) y la web de REPICA. Por otro lado, las infografías de aerobiología están relacionadas con las predicciones polínicas mensuales que realiza AeroUEX. En todas ellas se referencia la web de AeroUEX, en la que se muestran todos los datos actualizados sobre concentraciones de polen en la región.

En este capítulo, más allá de señalar la relevancia de las infografías como herramienta para mejorar la visibilidad de los contenidos científicos en el ámbito digital, se realiza un análisis de las infografías publicadas en el marco del proyecto COMUNICAIRE para verificar si éstas se han diseñado correctamente. Para ello, se utiliza la herramienta de inteligencia artificial Rekognition, con la que se analiza las propiedades y elementos que

aparecen en las infografías. Esta metodología se complementa con la guía que proponen los autores Fraile y Pazos (2022) en la que se establecen una serie de pautas que se deben seguir para diseñar y elaborar infografías científicas efectivas.

Amazon Rekognition es un servicio de reconocimiento de textos, objetos, imágenes y actividades utilizando tecnología de *machine learning*. A partir de técnicas de aprendizaje profundo identifica etiquetas (objetos, conceptos, personas, escenas y actividades), texto, identifica contenido inapropiado y proporciona funciones de análisis facial, comparación de rostros y búsqueda de rostros de alta precisión (Amazon, s.f.). Por último, la validación de la audiencia se realiza a partir de la medición de métricas de impresiones e interacciones en las diferentes redes sociales donde se han publicado los contenidos.

Esta metodología parte de un análisis de contenidos que identifica los códigos utilizados por el emisor del discurso, su contenido manifiesto, el contexto en el que surge y se desarrolla el mensaje, y descubrir y evidenciar sus contenidos latentes (Guix, 2008). Como metodología indirecta, se basa en el análisis e interpretación de fuentes documentales ya existentes, y no a la observación directa de la realidad, pudiendo explotarlas tanto en un sentido cuantitativo como cualitativo (Guix, 2008).

Una infografía muestra únicamente un pequeño recorte de la amplitud global de un asunto concreto (Fraile & Pazos, 2022), determinar la temática y elegir los contenidos que aparecerán en la infografía se convierte en una necesidad para que el mensaje sea transmitido de manera correcta y eficiente. El hecho que condiciona la elección y determinación de los contenidos que aparecerán es el público destinatario, factores geográficos, demográficos, socioeconómicos, psicográficos, culturales o incluso conductuales, influyen en cómo y qué informaciones presentar en una infografía. La determinación del público objetivo es todavía una asignatura pendiente para la comunicación científica medioambiental, ya que los enfoques tradicionales que se basan en la difusión de proyecciones objetivas y científicas no logran galvanizar la respuesta del público, al no tener en cuenta los diferentes contextos sociales y culturales existentes (Munshi et al., 2020). Por otro lado, autores como Zaragoza (2018) exponen que, en lo referente a temáticas como la contaminación atmosférica o el cambio climático, la comunicación se ha realizado poniendo el foco en la importancia de las consecuencias, desde un punto de vista pesimista y alarmante, relatando únicamente las negativas y devastadoras consecuencias que ello produce.

COMUNICAIRE, desde su concepción, ha tratado de reorientar cómo se comunica la ciencia y cómo sus públicos interactúan con ella. De esta forma, se ha pretendido mejorar los niveles de concienciación y adaptación de la ciudadanía frente a los problemas de contaminación ambiental, aportando contenido de valor mediante el aporte de datos y la participación de la ciudadanía. El foco pasa de la perspectiva pesimista y alarmista tradicional, hacia un enfoque centrado en las soluciones, sin olvidar los efectos y causas de la contaminación atmosférica. Estando dentro de los objetivos del proyecto el acercamiento de la información sobre calidad del aire a todos los estratos sociales, involucrándolos en la construcción del diálogo narrativo y el desarrollo de recursos multimedia, la infografía se presentó como una herramienta perfecta para el ejercicio de la divulgación.

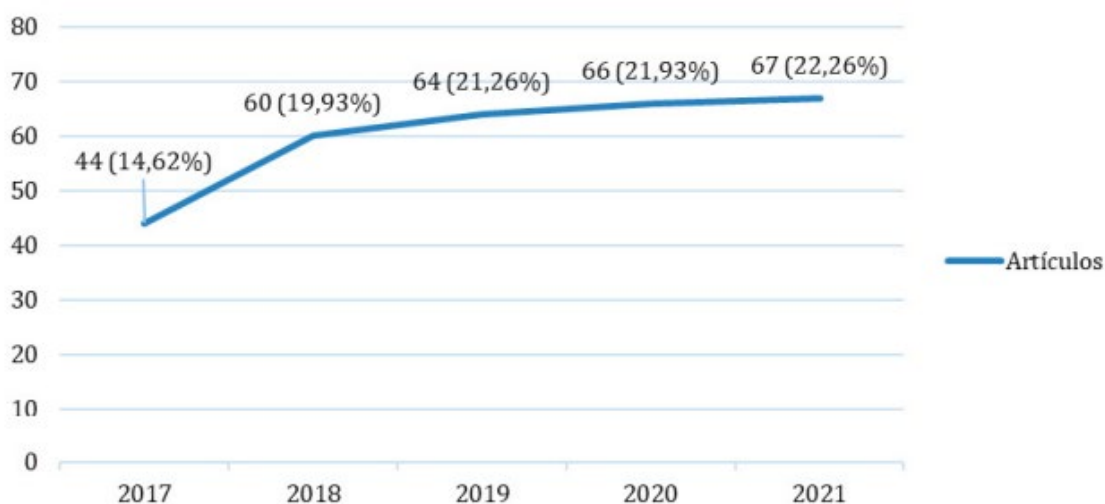
La definición del tema de las infografías del proyecto COMUNICAIRE es clara, divulgación sobre calidad del aire en materia de contaminación atmosférica y aerobiología.

Observando los resultados de detección de etiquetas obtenidos a través de la plataforma Amazon Rekognition podemos observar cómo los elementos gráficos de la imagen están relacionados con el tema y los conceptos que más se repiten son “calidad del aire” y “predicción polínica”. En cuanto al público objetivo, el proyecto COMUNICAIRE acerca a la ciudadanía extremeña la información relacionada con la calidad del aire. Dentro de las infografías y a partir del análisis de palabras clave, podemos observar que se utiliza un lenguaje accesible con el objetivo de divulgar y generar conocimiento científico.

Esto nos lleva a concluir que tanto el tema, como el público objetivo están definidos correctamente, abordando dos cuestiones concretas sin caer en generalidades, basándonos en una revisión de la bibliografía científica relacionada con el tema en cuestión y diseñando los contenidos pensando en la audiencia.

La primera fase del proyecto COMUNICAIRE consistió en un estudio exhaustivo del estado actual de la comunicación científica y la comunicación ambiental en materia de calidad del aire en España. Este análisis de la bibliografía científica se ha visto reflejado en varios artículos (Carcaboso-García et al., 2022; Parejo-Cuellar et al., 2023) centrados en el conocimiento del focus de estudio. Esta fase de análisis y estudio ha servido para diseñar una imagen clara del punto en el que se encuentra la comunicación científica y cómo se introduce en su ejercicio la variable medioambiental y de calidad del aire. Gracias a ello, se han podido detectar los puntos clave para comunicar a la ciudadanía y las metodologías más adecuadas para la consecución de los objetivos del proyecto.

Figura 1: Producción de artículos por año.



Fuente: Parejo-Cuellar et al., 2023

El análisis bibliométrico realizado por Parejo-Cuellar y colaboradores (2023) revisó 18.143 documentos, de los cuales se seleccionaron 301 como relevantes y relacionados con el proyecto COMUNICAIRE. Estos estudios seleccionados, en su mayoría procedentes de revistas indexadas, sirvieron como referencias para la investigación profunda del tema y

tener conocimiento del interés de la comunidad científica en el tema (Figura 1). Con esto, podemos concluir que las infografías realizadas en el marco del proyecto COMUNICAIRE se fundamentan en una revisión de la literatura especializada sobre comunicación científica y calidad del aire que ayudó a la selección adecuada de la información.

Al utilizar la herramienta Rekognition en las infografías para detección automática de etiquetas se obtiene que los elementos que más aparecen en las infografías (Tabla 1), sobre el total de elementos reconocidos (57), son personas (19,3%) y partes del cuerpo (12,28%). Por otro lado, en las infografías publicadas en AeroUEx, el software reconoce elementos vegetales como plantas (5,26%), hierbas (3,51% como “Herbal” y 5,26% como Herbs). Dentro de las infografías referentes a contaminantes atmosféricos también aparecen términos como coches (3,51%), transporte (3,51%), máquinas (3,51%) o vehículos (3,51%).

Tabla 1. Reconocimiento de Etiquetas

Etiqueta	Total de apariciones	Porcentaje de aparición
Person	11	19,3
Baby	4	7,02
Face	7	12,28
Head	7	12,28
Herbal	2	3,51
Herbs	3	5,26
Plants	3	5,26
Adult	2	3,51
Plan	1	1,75
Menu	1	1,75
Text	1	1,75
Car	2	3,51
Transportation	2	3,51
Vehicle	2	3,51
Outdoors	1	1,75
Machine	2	3,51
Wheel	2	3,51
Tree	2	3,51
Female	1	1,75
Woman	1	1,75
Total	57	100

Fuente: Elaboración propia.

Cuando observamos las infografías publicadas en los perfiles sociales de AeroUEX, podemos observar como en las predicciones polínicas mensuales, cada tipo de polen viene representado por una ilustración de la planta que lo produce. Por otro lado, en algunas de estas infografías de las predicciones mensuales aparecen ilustraciones de personas ya sea mirando la predicción en un teléfono móvil, en los casos de junio y enero, o sufriendo los síntomas de la alergia, como en el caso de mayo, cuando las concentraciones son más altas.

En el caso de las infografías publicadas en la página de *Facebook* de Tu Salud está en el Aire, podemos observar cómo estas se centran en la divulgación sobre contaminantes atmosféricos concretos, exponiendo sus causas y efectos. En cinco de ellas aparecen figuras humanas, mostrando los efectos de un contaminante atmosférico sobre la salud humana. Compuestos como el benzo(a)pireno, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, plomo, benceno o el mercurio están relacionados o son producidos por vehículos o máquinas, hecho que se plasma en las infografías. De ahí que la herramienta reconozca estos elementos en las imágenes.

El color

Una vez determinados los elementos que aparecen en las infografías y su uso, resulta importante analizar otro elemento clave en la comunicación visual, el color. La visión es uno de los sentidos más fundamentales, y dentro de las imágenes, el color es uno de los aspectos más poderosos, transformando la información en significado (Cramer et al., 2020). La importancia del color a la hora de transmitir contenidos científicos se ha mostrado en campos como la política (Spišiaková & Mockova, 2021), la medicina (Borkin et al., 2011) o la comunicación del cambio climático (Hawkins, 2015).

Con la opción propiedades de la imagen, Rekognition muestra los colores dominantes dentro de una imagen, ofreciendo porcentajes del nivel de dominancia. Al introducir todas las infografías dentro de la herramienta, reconoce un total de 37 colores distintos que aparecen en un total de 128 ocasiones. Siguiendo el modelo de colores aditivo RGB, se observa que los colores que predominan (Tabla 2) son “220, 220, 220” (9,38%), “47, 79, 79” (7,81%), “154, 206, 50” (4,69%) y “135, 206, 235” (4,69%).

En relación con estos colores predominantes cabe destacar que los tonos grisáceos y verdes suelen estar relacionados con la naturalidad y los tonos neutros de azul con la frescura. Además, el uso predominante del azul está vinculado directamente con la imagen e identidad del proyecto, al ser el color del logo del proyecto COMUNICAIRE.

Al observar en las infografías los colores dominantes, se detecta cómo estos se utilizan para establecer una estructura y dirigir la lectura de las personas usuarias. En el caso de las infografías de Tu Salud está en el Aire, el uso de tonos grisáceos facilita el reconocimiento de elementos como columnas de humo. Por otro lado, el uso de varias gamas de colores para representar los distintos compuestos, ayudan a entender los enlaces químicos entre moléculas y su forma molecular.

Tabla 2. Propiedades de la imagen, colores dominantes.

Color RGB	Número de apariciones		Color RGB	Número de apariciones
(72,209,204)	2		(154,205,50)	6
(220,220,220)	12		(0,100,0)	1
(47,79,79)	10		(95,158,160)	1
(169,169,169)	4		(135,206,235)	6
(128,128,128)	4		(25,25,112)	3
(154,205,50)	6		(222,184,135)	1
(85,107,47)	5		(192,192,192)	3
(175,238,238)	5		(128,128,128)	4
(107,142,35)	4		(210,105,30)	1
(255,255,224)	2		(255,165,0)	1
(255,140,0)	1		(255,222,173)	1
(47,79,79)	10		(102,205,170)	1
(188,143,143)	2		(0,0,0)	1
(105,105,105)	5		(255,235,205)	1
(128,0,0)	1		(128,128,128)	4
(46,139,87)	1		(192,192,192)	3
(105,105,105)	5		(60,179,113)	1
(169,169,169)	4		(240,128,128)	1
(233,150,122)	1		Total	128

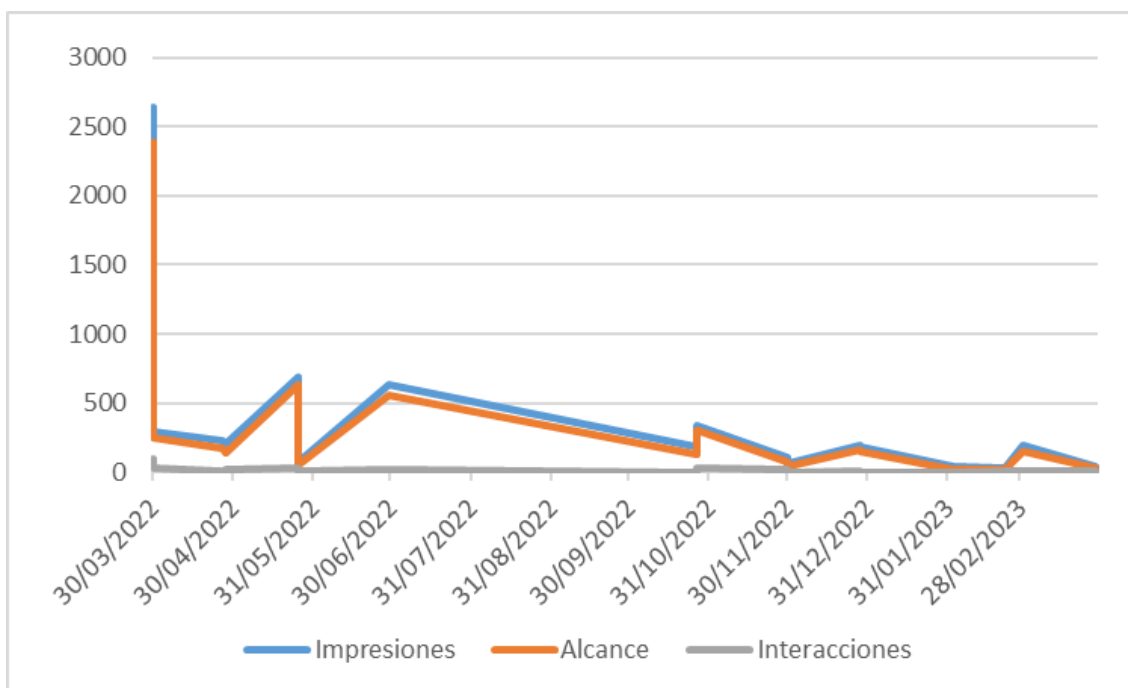
Fuente: Elaboración propia.

En el caso del color “220, 220, 220”, no solo es el color que aparece en mayor número de ocasiones como dominante, sino que también es el que presenta un mayor porcentaje de dominancia, con un 39,2% en la infografía “¿Qué es el mercurio?”. Es este mismo color, el que presenta un mayor porcentaje en cuatro de las seis infografías relacionadas con divulgación sobre contaminantes atmosféricos. En el caso de las infografías sobre aerobiología, es el color “175, 238, 238” el preponderante con un 37,24% en la infografía “¿Cómo se mide la concentración polínica?”. Cabe destacar que, en las infografías relacionadas con las predicciones polínicas mensuales, con dos excepciones, es el color “154, 205, 50” el que presenta un mayor grado de prevalencia.

Conociendo estos datos, podemos entender la elección de la persona responsable de elaborar estas infografías. La dominancia de los tonos grisáceos es bastante útil en el universo creativo para evocar espacios urbanos (POSCA, s.f), como en los que están mayormente presente lo contaminantes atmosféricos

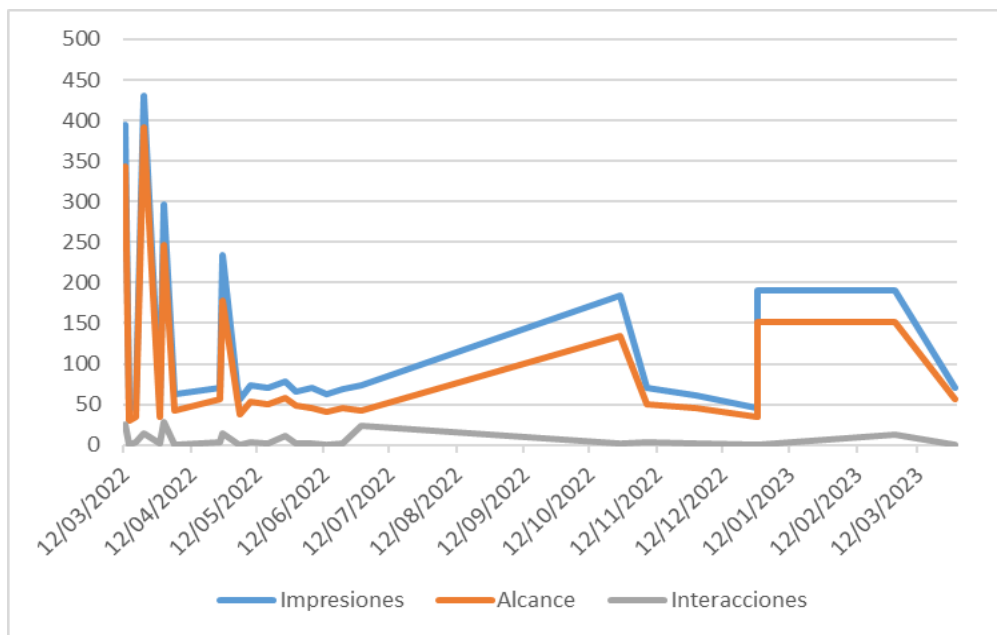
Por último, también es importante conocer el impacto de estas infografías en las redes donde han sido publicadas. Al exponer la infografía al criterio de la audiencia se puede saber si esta ha conseguido transmitir la información a partir de los elementos visuales de forma ágil y sencilla (Fraile y Pazos, 2022). El impacto de estas infografías, con respecto al resto de contenidos, ha sido especialmente significativo (Figuras 2; Figura 3; Figura 4), llegando a aumentar un 139% las impresiones y un 34% las interacciones en el caso del perfil social de AQUIMA, y un incremento en los promedios del 76% en las impresiones y un 150% en las interacciones en el caso de los perfiles sociales de AeroUEX.

Figura 2. Métricas de las infografías publicadas en el marco del proyecto COMUNICAIRE.



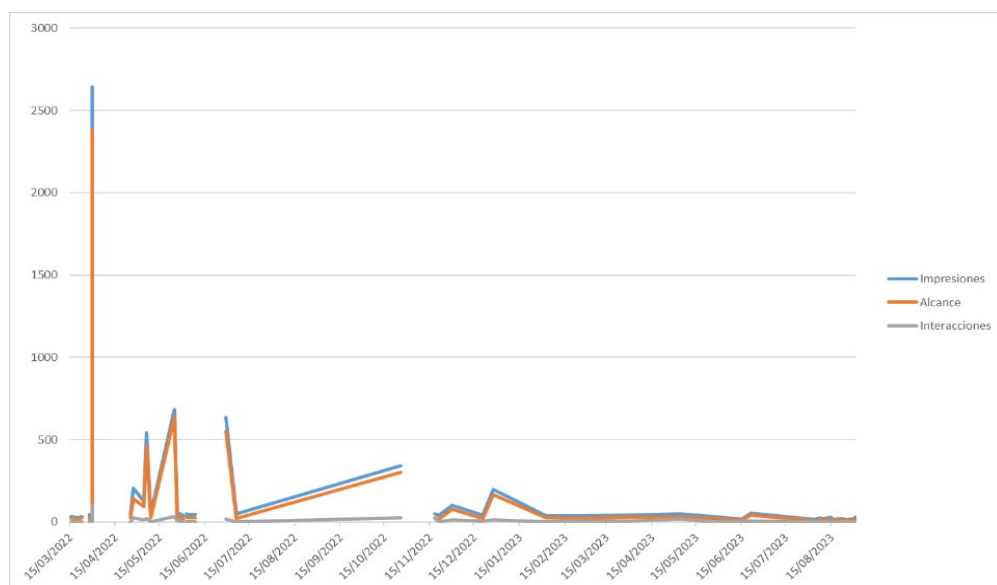
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Métricas de las publicaciones realizadas en el Facebook AeroUEx



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Métricas publicaciones en página de Facebook Tu Salud está en el Aire (AQUIMA)



Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados demuestran que la infografía no solo es una herramienta para facilitar la comprensión de contenido a personas no expertas en la materia, sino que también son contenidos que generan un mayor impacto en las plataformas sociales, favoreciendo su visibilidad.

Conclusiones

Comunicarse por medios visuales forma parte de la naturaleza humana (Landis & Duscher, 2022). Una infografía científica es una estructura visual informativa que sintetiza datos académicos y los explica de forma figurada a través de narrativas visuales (Fraile & Pazos, 2022). Como herramienta visual, presenta una oportunidad para comunicar los avances científicos de manera accesible y atractiva para las personas no expertas, facilitando la comprensión de conceptos complejos o grandes cantidades de datos.

La nueva sociedad digital pone en evidencia que la ciencia debe explorar nuevas formas, formatos y canales para transmitir el conocimiento científico. COMUNICAIRE ha demostrado que la cooperación entre equipos multidisciplinares de expertos y expertas en diferentes campos científicos y personas expertas en diseño gráfico, pueden dar lugar a contenidos científicos que atraigan la atención de la ciudadanía y adapten información basada en hechos científicos de manera cercana y generando un aprendizaje en las personas.

Como se ha observado en los resultados, las infografías elaboradas en el marco del proyecto no sólo han cumplido un proceso de revisión bibliográfica, sino que se han diseñado contenidos que han atraído la atención de la audiencia, mejorando la visibilidad de la labor científica que llevan a cabo los grupos de investigación que conforman el proyecto. El diseño y la visualización apoyan la ciencia transformando el conocimiento y lenguaje de las personas expertas en una representación y lenguajes visuales comunicables (Landis y Duscher, 2022).

Referencias

- Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017) "Social Media and Fake News in the 2016 Election." *Journal of Economic Perspectives*, 31(2). 211-236. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>
- Álvarez, J. P., Guevara, M., & Orellana, C. (2018). Florence Higthingale, la enfermería y la estadística. Otra mujer fantástica. *Revista Médica Clínica Las Condes* 29(3), 372-379. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.05.004>
- Amazon (s.f.) *¿Qué es Amazon Rekognition?* Amazon Web Services. Recuperado el 25 de Febrero de 2024 de <https://bit.ly/3Iq9Q9W>
- Anibueze, A. U., Ugwuanyi, J. C., Ikwuemesi, C. K., Onuora, C., Ugwuoke, J. C., Apuke, O. D., & Gever, V. C. (2022). Impact of counseling visual multimedia on use of family planning methods among displaced Nigerian families. *Health promotion international*, 37(3), daac060. <https://doi.org/10.1093/heapro/daac060>
- Bannister, H. J., Blackwell, P. G., Hyder, K., & Web, T.J. (2021). Improving the visual communication of environmental model projections. *Scientific Reports* 11, 19157 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98290-4>
- Beltrán, L. L., Carmona, G., & Montoya, A. L. (2018). *Equipo multidisciplinario de investigación: Fortaleza en la innovación en Estrada*. G. J. (Ed.) Multidisciplinariedad en la Investigación Científica (Primera ed., pp. 13-16). Editorial de la Universidad Tecnocientífica del Pacífico.
- Borkin, M. A., Gajos, K. Z., Peters, A., Mitsouras, D., Melchionna, S., Rybicki, F. J., Feldman, C. L., & Pfister, H. (2011). Evaluation of artery visualizations for heart disease diagnosis. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 17(12), 2479–2488. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.192>

- Boykoff, M., & van der Wurff, R., (2011). Who speaks for the climate? Making sense of media reporting on climate change. *International Journal of Public Opinion Research*, 24(4), 546-550. <https://doi.org/10.1093/ijpor/eds035>
- Bucchi, M., & Saracino, B. (2016). Visual Science Literacy: Images and Public Understanding of Science in the Digital Age. *Science Communication*, 38(6), 812-819. <https://doi.org/10.1177/1075547016677833>
- Chapman, D. A., Corner, A., Webster, R., & Markowitz, E. M. (2016) Climate visuals: A mixed methods investigation of public perceptions of climate images in three countries. *Global Environmental Change*. 41. 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.003>
- Cairo, A. (10 de septiembre de 2021). *El poder de los datos y su impacto en lo colectivo*. [División de Ciencias de la Comunicación y Diseño DCCD. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa]. YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=OYLbiPzbUQg>
- Carcaboso-García, E., Flores-Jaramillo, S., & Hidalgo-Barquero, J. J. (2022). La interdisciplinariedad en los departamentos universitarios: estudio de caso del Departamento de Información y Comunicación de la Universidad de Extremadura. En Corona-León, G. A., & Oliveira, J. (Ed.). *La transversalidad de la investigación en comunicación* (1ª ed., pp. 525-547) Dykinson S.L.
- Català, J. (2020). Siempre que la ciencia precisa llegar a los demás se entiende muy bien con la infografía. *Universitas Científica*, 21(2), 52–57. Recuperado a partir de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/916>
- Crameri, F., Shephard, G. E., & Heron, P. J. (2020). The misuse of colour in science communication. *Nature Communications* 11, 5444. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19160-7>
- Dantas, L. F. S., & Deccache-Maia, E. (2020). Scientific Dissemination in the fight against Fake News in the Covid-19 times. *Research, Society and Development*, 9(7), e797974776. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4776>
- Brossard, D., & Scheufele, D. A. (2013). Science, New Media, and the Public. *Science* 339, 40-41. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1232329>
- Drucker, J. (2014). *Graphesis. Visual Forms of Knowledge Production*. Harvard University Press. v. 1.
- Esteban-Gracia, C. (2016). *La visualización de datos: evolución de la infografía en el siglo XXI*. [Tesis doctoral. Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/2a61e097-02a6-4e5a-848d-b7e5a48fdd2e>
- EuroNews (31 de octubre de 2022). Greta Thunberg publica un libro sobre el cambio climático. *EuroNews*. Disponible en: <https://es.euronews.com/2022/10/31/greta-thunberg-publica-un-libro-sobre-el-cambio-climatico>
- European Commission (2022). *Attitudes of Europeans towards Air Quality*. Disponible en: <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2660> [recuperado el 25 de febrero de 2024].
- Ferreira, M., Lopes, B., Granado, A., Freitas, H., & Loureiro, J. (2021). Audio-Visual Tools in Science Communication: The Video Abstract in Ecology and Environmental Sciences. *Frontiers in Communication*, 6, 596248. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.596248>
- Frahm, A. (2019). User Experience: Das Interaktive Wissenschaftsposter Aus Sicht Des Interessierten Laien. University of Applied Sciences Kiel.
- Fraile, M., & Pazos, A. (2022). *¿Cómo hacer una infografía científica? Guía para estudiantes universitarios*. Grupo de Investigación CAPIRE, Universidad Complutense de Madrid. ISBN: 978-84-09-XXXX
- Fraile-Narváez, M., & Pazos-López, A. (2023). *¿Cómo hacer una infografía científica?* [Grupo de Investigación CAPIRE. Universidad Complutense de Madrid]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/ddce7188-4f90-42d3-8a98-3c0eddf4dfaa>
- González, D. G. (2014). Los infográficos periodísticos como género informativo. *Historia y Comunicación Social*, 19(2), 93-106. http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45013
- Gottfried, J., & Shearer, E. (2016). *News Use Across Social Media Platforms 2016*. Pew Research Center.

- Guix, J. O. (2008). El análisis de contenidos: ¿qué nos están diciendo? *Revista de calidad asistencial*, 23(1), 26-30. [https://doi.org/10.1016/S1134-282X\(08\)70464-0](https://doi.org/10.1016/S1134-282X(08)70464-0)
- Hansen, A., & Machin, D. (2018). *Media and Communication Research Methods*. Bloomsbury Publishing.
- Hawkins, E. (2015). Graphics: scrap rainbow colour scales. *Nature* 519(7543):291
- Howell, E., & Brossard, D. (2019). Science engagement and social media. Communicating across interestss, goals, and plataforms. *Theory and Best Practices in Science Communication Training*. 1 ed., pp. 14.
- Jamali, H. R., Nabavi, M., & Asadi, S. (2018). How video articles are cited, the case of JoVE: Journal of Visualized Experiments. *Scientometrics* 117(3), 1821–1839. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2957-6>
- Kelp, C., & Simion, M. (2023). What is trustworthiness? *Noûs* 57(3):667-683. <https://doi.org/10.1111/nous.12448>
- Spandan, K. & Geetha, R. (2022) *Use of Social Media for Scientific Communication*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/362181537_Chapter_-_7_Use_of_Social_Media_for_Scientific_Communication
- Klintman, M. (2019). *Knowledge resistance: How we avoid insight from others*. Manchester University Press.
- Kupper, J. F. H., Moreno, C., & Fornetti, A. (2021). Rethinking science communication in a changing landscape. *JCOM* 20(03). E. <https://doi.org/10.22323/2.20030501>
- Landis, S. H., & Duscher, T. (2022) Visual Science Communication: The next generation scientific poster. *Qeios*. <https://doi.org/10.32388/8OOHNS>
- Lankow, J., Ritchie, J., & Crooks, R. (2012). *Infographics: the power of visual storytelling*. John Wiley & Sons Inc.
- Lester, L., & Cottle, S. (2009). Visualising Climate Change: Television news and ecological citizenship. *International Journal of Communication* 3. 920-936 https://www.researchgate.net/publication/268519718_Visualising_Climate_Change_Television_News_and_Ecological_Citizenship
- López, D.-C., Freire, M., & Barros, K. (2024). Mapeo de las modalidades de comunicación científica en TikTok: un análisis descriptivo del hashtag #CienciaNoTikTok: Mapping science communication modalities on TikTok: a descriptive analysis of the hashtag #CiênciaNoTikTok. *Revista Mediterránea De Comunicación*, 15(1), 163–180. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM.25508>
- Luna-Gijón, G. (2022). La experiencia multidisciplinaria desde el modelo Alicia para elaborar infografías científicas mediante el diseño de información. *Zincografía*, 6(11), 79-96. <https://doi.org/10.32870/zcr.v6i11.121>
- Luna-Gijón, G. (2023). El diseño de información en la comunicación de la ciencia: Evaluando la efectividad de tres infografías científicas. *Gráfica*, 11(22), 159-170. <https://doi.org/10.5565/rev/grafica.267>
- Luna-Gijón, G. & López-Pérez, R. (2022). Teoría del diseño de información aplicada en la infografía científica. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. *Cuaderno*, 172, 239-255. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi172.7135>
- Marín-Ochoa, B. E. (2009). *La infografía digital, una nueva forma de comunicación*. [Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10803/48653>
- MITECO (2023) Índice de Calidad del Aire. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Recuperado el 25 de Febrero de 2024 de <https://bit.ly/4c1mf7>
- Munshi, D., Kurian, P., Cretney, R., Morrison, S. L., & Kathlene, L. (2020). Centering culture in public engagement on climate change. *Environmental Communication*, 14(5), 573-581. <https://doi.org/10.1080/17524032.2020.1746680>
- Oliver, E., Redondo-Sama, G., de Aguilera, A. L., & Burgués-Freitas, A. (2023) Research agenda to engage citizens in science through social media communicative observations. *Humanit Soc Sci Commun* 10, 447. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01954-x>

- Parejo-Cuellar, M., Flores-Jaramillo, S., & Carcaboso-García. (2023). Tendencias en producción científica sobre comunicación de la ciencia durante el período 2017-2021. *Revista española de Documentación*, 46(4) <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2023.4.2003>
- Polman, J., & Gebre, E., (2015) Towards critical appraisal if infographics as a scientific inscription. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(6), 868-893. <https://doi.org/10.1002/tea.21225>
- POSCA. (s.f.). *Los grises*. POSCA. Recuperado el 25 de Febrero de 2024 de <https://bit.ly/3P9wOG9>
- Rodrigues, C., & Godoy-Viera, A. F. (2017). Utilização do recurso hipermediático vídeo em periódicos científicos: estudo do Journal of Visualized Experiments (JOVE). *Rev. interam. bibl.* 40(2), 153–164. <https://www.redalyc.org/pdf/1790/179050877004.pdf>
- Roney-Aguirre, C., Menjívar Valencia, E., & Morales, H. (2015). Elaboración de infografías: hacia el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Diá-Logos*, (15), 23-37. <https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i15.2207>
- Sánchez, X. (25 de marzo de 2009). *¿De qué sirve la asignatura de plástica?* La Vanguardia. Recuperado el 10 de febrero de 2024 de: <https://blogs.lavanguardia.com/ctrlaltnsupr/%C2%BFde-que-sirve-la-asignatura-de-plastica>
- Schmid, P., & Betsch, C. (2019). Effective strategies for rebutting science denialism in public discussions. *Nat Hum Behav* 3, 931-939. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0632-4>
- Science Friday (20 de octubre de 2017). *Leonardo da Vinci, Master of Art and Science*. Science Friday. Recuperado el 7 de febrero de 2024 en: <https://www.sciencefriday.com/segments/leonardo-da-vinci-master-of-art-and-science/>
- Spišiaková, M., & Mocková, N. (2021). Colours in Politics in Spanish Speaking Countries. *Journal of Language and Literary Studies*. 13(1), 263-274. https://www.researchgate.net/publication/358923270_COLOURS_IN_POLITICS_IN_SPANISH_SPEAKING_COUNTRIES [Journal of Language and Literary Studies 273](https://www.researchgate.net/publication/358923270_COLOURS_IN_POLITICS_IN_SPANISH_SPEAKING_COUNTRIES)
- Statista. (June 15, 2022). *Number of social media users worldwide from 2017 to 2027 (in billions)* [Graph]. In Statista. Recuperado el 25 de Febrero de 2024 de <https://bit.ly/3P83GPs>
- Stevens, H. (14 de marzo de 2020). Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to “flatten the curve”. *The Washington Post*. Disponible en: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>
- The Economist. (19 de septiembre de 2019). The climate issue. *The Economist*. Disponible en: <https://www.economist.com/leaders/2019/09/19/the-climate-issue?fsrc=scn/tw/te/bl/ed/theclimateissueawarmingworld>
- TNYT (The New York Times). (8 de octubre de 2022). Can You Gerrymander Your Party To Power? *The New York Times*. Disponible en: <https://www.nytimes.com/interactive/2022/01/27/us/politics/congressional-gerrymandering-redistricting-game-2022.html>
- TWP (The Wasington Post) (19 de noviembre de 2018). How many years do we lose to the air we breathe? *The Wasington Post*. Disponible en: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2018/national/health-science/lost-years/>
- TWP (The Wasington Post). (2 de junio de 2014). Cutting the carbon pollution output. *The Wasington Post*. Disponible en: https://www.washingtonpost.com/politics/cutting-the-carbon-pollution-output/2014/06/02/13a64fc0-eacf-11e3-9f5c-9075d5508f0a_graphic.html
- Trilnick, C. (2013). *El mapa del cólera de Snow*. Proyecto IDIS. Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 8 de febrero de 2024 de: <https://proyectoidis.org/el-mapa-del-colera-de-snow/>
- Vizoso, A., & López-García, X. (2019). *De la preinfografía a la infografía: los primeros hitos de la visualización como herramienta*. Libro de Actas del XVI Congreso Internacional AsHisCom. La revolución tecnológica de la comunicación en perspectiva: historia de los nuevos medios digitales, los nuevos medios en la historia, pp. 104-119. <https://zenodo.org/records/3784439>

- Vizoso, Á. (2023). *La visualización de la información ante el reto de la accesibilidad*. #AcesserJOR: Por um jornalismo digital acessível, inclusivo e inovador. Editora LabCom, pp. 129-153. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/376271939_AcesseJOR_Por_um_jornalismo_digital_aces_sivel_inclusivo_e_inovador_-_Editora_LabCom_2023
- We Are Social & Meltwater. (2023). *Digital 2023. October Global Statshot Report*. We Are Social. Recuperado el 25 de Febrero de 2024 de <https://bit.ly/3TkR4Hw>
- Zaragoza, M. F. (2018). *El conocimiento del cambio climático a través de los mass media como herramienta de proyección*. En D. Rodrigo, P. de Casas, y P. Toboso (Eds.), *Los medios de comunicación como difusores del cambio climático* (pp. 29-46). Egregius.

CAPÍTULO VIII

Comunicación de la ciencia en audio: el caso de los podcasts sobre medio ambiente en España y Brasil en la plataforma Spotify

Marcelo Freire¹⁵

Debora Cristina Lopez¹⁶

Daniel Martín-Pena¹⁷

1. Introducción

En 2024 la radio cumple el siglo de vida en España. Fue el 14 de noviembre de 1924 cuando una joven locutora llamada María Sabater anunciaba el inicio de las emisiones de Radio Barcelona con el indicativo EAJ-1, convirtiéndose en la primera estación radiofónica que recibió la autorización de la Dirección General de Comunicación en España, aunque existieron emisiones previas de otras estaciones como *Radio Ibérica de Madrid* y *Radio España de Madrid* (Balsebre, 2002). Sin embargo, en Brasil, esto sucedió incluso con anterioridad, ya que, en 1919, un lustro antes inició sus pruebas *Rádio Clube Pernambuco*, en Recife, aunque desde mediados de esa década se estaba fraguando (Ferraretto, 2021).

Por tanto, podemos afirmar que la radio y su materia prima, el audio, llevan al servicio de la ciudadanía más de 100 años, cumpliendo las funciones básicas de los medios de comunicación de masas: informar, formar y entretener. A lo largo de su discurrir histórico, este medio caracterizado por su fuerte grado de confiabilidad, se ha visto en la obligación de evolucionar de manera constante “desde la tradición hasta la innovación, superando la aparición de la televisión, de Internet o de las redes sociales, demostrando una capacidad constante de adaptación a las nuevas circunstancias que han ido marcando las Tecnologías de la Información y la Comunicación” (Craveiro & Martín-Pena, 2023, p.130). Incluso de manera más reciente afrontando retos como la plataformización, que está reposicionando al audio en el nuevo ecosistema mediático (Martín-Pena, Lopez & Freire, 2023). Un claro ejemplo es *Spotify*, que surgió hace más de 15 años como una plataforma

¹⁵ <https://orcid.org/0000-0003-1936-7243>. Universidad Federal de Ouro Preto, Brasil. marcelofreire@ufop.edu.br

¹⁶ <https://orcid.org/0000-0002-1030-1996>. Universidad Federal de Ouro Preto, Brasil. debora.lopez@ufop.edu.br

¹⁷ <https://orcid.org/0000-0003-2676-5821>. Universidad de Extremadura, España. danielmartin@unex.es

dedicada a la música en *streaming* para distribuir por ordenadores y que ha entrado hace tan sólo unos años con mucha fuerza en el mercado de los *podcasts*, produciendo contenidos de una calidad muy elevada, tanto por parte de poderosas empresas de *broadcasting* como por *podcasters* independientes con menos recursos.

En este sentido, fue la infodemia producida por la COVID-19 la que impulsó de manera definitiva el consumo de *podcasts* por parte de la ciudadanía. Esa misma pandemia también consolidó el papel de la radio como el medio que mejor se adapta a las situaciones de crisis, ya sean catástrofes naturales o situaciones de emergencia, sosteniendo un papel como el medio más universal, sencillo y accesible (Rodero, 2020). Por un tiempo se convirtió en la “escuela” de muchos niños y niñas a lo largo del mundo, que no tenían acceso a internet y no podían asistir a sus clases. Y, la radio fue una firme luchadora contra las *fake news*, a través de la apuesta por la voz del experto, de los investigadores, situación claramente reflejada a través de las radios universitarias, que aportaron sentido y cordura en un momento de circulación masiva de bulos, divulgando contenido científico de calidad producido desde las propias instituciones de educación superior (Martín-Pena & Parejo, 2021). Una vez más la radio ponía en valor su potencial como divulgadora del conocimiento y saber científico.

El objetivo de este capítulo es analizar la producción de *podcast* de carácter divulgativo sobre contenido medioambiental en la plataforma de *Spotify* tanto en España como Brasil. Para ello, hemos intentado estudiar el fenómeno desde un doble punto de vista: en primer lugar, analizando las investigaciones sobre *podcasting* y medio ambiente / *podcasting* y calidad del aire en ambos países, y en segundo lugar, analizando los *podcasts* sobre estos temas disponibles en la plataforma *Spotify*.

2. Comunicar ciencia por radio

La radio es un medio con gran vocación y proyección educativa (Merayo, 2000). Muchos autores señalan las bondades de esta para ser introducida en el aula y formar parte del currículo del alumnado (Del Bianco, 2009; Martín-Pena, Parejo & Vivas-Rodríguez, 2018; Prieto, Durante Rincón & Ramos, 2008). Así mismo, la radio tiene un gran poder divulgativo, que no debe pasar desapercibido, para terrenos como la ciencia (Martín-Pena, Parejo & Vivas, 2020). Lo mismo cabe decir del fenómeno del *podcasting* (Figueira & Bevilaqua, 2022). Pero, es cierto que muchas veces estas dos poderosas funciones, educación y divulgación, son relegadas a un segundo plano en las grandes corporaciones mediáticas de carácter privado, más preocupadas por intereses económicos o de otra índole que, si bien introducen contenido científico, lo hacen de manera excepcional o sobre temas de un amplio interés en la audiencia, relegando otros a pequeños espacios o incluso a la invisibilidad (Aguaded & Contreras, 2011). Si bien es cierto, que el contenido científico ha aumentado las dosis de interés en las estaciones radiofónicas a raíz de la pandemia, no es menos cierto, que la explosión del formato *podcast* ha elevado el grado de interés por este tipo de contenido entre la ciudadanía y su democratización (Martín-Pena & Parejo, 2021).

En este punto, resulta interesante recordar alguna experiencia exitosa en el ámbito de la divulgación de la ciencia en formato audio. Es oportuno hablar del “Proyecto Semillas de Ciencia”, que surgió hace una década en ambiente universitario. “Semillas de Ciencia” fue un

proyecto pionero de índole interuniversitario que se inició gracias a varias subvenciones recibidas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en los años 2013 y 2015, y que ha sido reconocido a nivel nacional con el primer premio *ex aequo* en la modalidad “Trabajos de divulgación científica. Prensa, radio y televisión”, del XVII Certamen de Ciencia en Acción 2016 (Martín-Pena & Parejo-Cuéllar, 2016). Es un proyecto puesto en marcha por *OndaCampus*, la radio-tv de la Universidad de Extremadura, pero en el que han participado las estaciones radiofónicas de la Asociación de Radios Universitarias de España (ARU), y que logro la participación de estaciones universitarias de países del contexto latinoamericano a través de sus redes nacionales de radios universitarias (Colombia, México y Argentina). El proyecto ha contado con tres temporadas de 16 programas cada una, además de gran cantidad de *podcast* fragmentados con entrevistas a investigadores y reportajes sobre aspectos cercanos y cotidianos de la ciencia y sobre resultados de investigación de los centros participantes, desarrollados por los universitarios y que suponen un punto de encuentro entre la universidad y la ciudadanía. Y en consonancia con lo que comentábamos en el punto anterior, el proyecto contó con la creación de una ambiciosa fonoteca, “El Silo: fonoteca de Semillas de Ciencia”, cuyo objetivo es centralizar y aglutinar en un mismo espacio todos los productos radiofónicos que abordan el acercamiento de la ciencia a la sociedad, poniendo en valor el importante papel de la radio y del audio en la divulgación de la cultura científica. Además, del valor informativo histórico y documental, este archivo sonoro se ha convertido en un banco de datos de referencia vivo que permite acceder a gran cantidad de información divulgativa (Parejo, Vivas & Martín-Pena, 2018). Se ha creado un repositorio de programas tematizados que han sido categorizados de la siguiente manera: Ciencias de la salud, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, innovación y TIC y ciencias experimentales. “Semillas de Ciencia” se ha convertido en una buena práctica, que ha tenido su réplica en el ámbito de la radio universitaria brasileña, ya que la Rádio UFRJ puso en marcha el programa homónimo “Sementes da Ciência” que incluye reportajes de divulgación científica y tecnológica que fomentan la circulación del conocimiento producidos desde la universidad.

La ciencia ha tenido desde hace más de una década un papel destacado en las estaciones radiofónicas universitarias, que cumplen un papel crucial en la confección de nuevos materiales comunicativos capaces de traducirla y darle traslado al ciudadano de a pie de una manera atractiva y sencilla. Las parrillas radiofónicas universitarias están salpicadas de espacios dedicados a acercar la ciencia a la sociedad, siendo pionera hace más de una década poniendo en valor la voz del experto universitario. Una situación que desde mediados de 2020 se ha visto potenciada a raíz de la pandemia y la expansión del *podcast*, aumentando el interés de las estaciones radiofónicas y de los *podcasters* por la producción de contenido relacionado con la ciencia. Esto forma parte de la nueva realidad de la radiodifusión (Lopez, 2010), que combina narrativas multimedia y nuevos espacios de circulación, y que desvela el potencial de formación y producción de comunicación científica. No hay que obviar, que las radios universitarias tienen la responsabilidad de formar profesionales críticos, capacitados y actualizados que comprendan el potencial de la comunicación sonora de la ciencia (Lopez, 2019).

3. Metodología

La metodología utilizada en este capítulo no puede definirse como cuantitativa. Estamos de acuerdo con Patta Ramos (2013) cuando afirma que la investigación en ciencias sociales tiene el potencial de utilizar metodologías cuantitativas, especialmente cuando se

trata de medir o construir escalas. En este estudio, sin embargo, nuestra postura es cualitativa, aunque trabajemos con recolección y codificación automatizada de datos (Catapan, Baratieri & Nicolotti, 2021). No se trata de una codificación con tratamiento estadístico ni de grandes muestras, sino de un análisis de incidencia en relación con el conjunto. Esta propuesta responde a nuestra pregunta de investigación y nos permite comprender cómo aparece la calidad del aire en los estudios científicos y la comunicación en los *podcasts*, especialmente en comparación con el medio ambiente. Por lo tanto, presentamos el estudio como una investigación cualitativa anclada en la codificación y construida con el apoyo de software (Lopez, Gobbi, Freire & Gomes, 2024; Nunes, Woloszyn, Gonçalves & Pinto, 2017).

La recogida de datos se organizó en dos muestras. En la primera, buscamos conocer qué investigaciones se están realizando sobre *podcasting* y calidad del aire en los últimos 10 años. Para ello, analizamos artículos indexados en *Dimensions.ai*, un sistema integrado en *Web Of Science* y que permite acceder a conjuntos de datos con algo más de 140 millones de publicaciones en todas las áreas del conocimiento (Dimensions.ai, 2024). En la segunda muestra analizamos *podcasts* brasileños y españoles sobre medio ambiente y calidad del aire.

En *Dimensions.ai* dividimos la búsqueda en cuatro momentos, todos ellos recogidos a lo largo del texto del documento con las siguientes palabras clave: Búsqueda 1: medio ambiente; Búsqueda 2: medio ambiente + *podcast*; Búsqueda 3: medio ambiente + calidad del aire; Búsqueda 4: medio ambiente + *podcast* + calidad del aire. Dado el carácter comparativo del estudio, realizamos cada una de las consultas dos veces, una en portugués y otra en español, las dos desde el 2015. Una vez recogidos los datos, se analizó la incidencia de las publicaciones por año y por área. También se analizó la incidencia de palabras en los resúmenes de los 500 artículos seleccionados aleatoriamente por categoría.

Los datos de *Podnews* (González, 2024) señalan a Brasil como uno de los mayores mercados de *podcasting* del mundo, con 51,8 millones de oyentes. España también ocupa un lugar destacado (14,7 millones de oyentes). Los datos muestran a ambos países a la cabeza de sus regiones en el consumo de este tipo de medios y destacan a *Spotify* en ambas ecologías mediáticas regionales. Aún con los desafíos de la monetización, América Latina destaca por su potencial de crecimiento y es reconocida como un mercado atractivo para el *podcasting*. Este escenario, que pone a Brasil y España en el punto de mira, apunta también a la necesidad de reforzar la divulgación de la ciencia en audio en estas plataformas.

En cuanto a los *podcasts*, los datos se recopilaron a partir de la API de *Spotify* utilizando *ChatGPT* para generar *scripts* en *Python* y *Google Collab* para ejecutar las consultas a continuación. Los *scripts* se construyeron a partir de la pregunta de investigación de este capítulo y permitieron acceder a los resultados desde el campo "búsqueda por palabra clave" de la API, concretamente sobre el medio ambiente (en portugués y español), delimitando los mercados de Brasil y España. La respuesta de *Spotify* estuvo limitada por los permisos de la API, generando 970 líneas de plantilla en cada idioma. Aunque la documentación de la plataforma (*Spotify for developers*, 2024) no indica limitaciones, el mismo resultado indica una restricción en el acceso a la información de la API.

Los resultados de la recopilación automatizada revelaron la siguiente información para cada *podcast* localizado: nombre; editor; descripción. A partir de los datos generados, los investigadores realizaron una categorización basada en la naturaleza del editor, organizada

en: medios de referencia, medios académicos, medios corporativos y producciones independientes, tal y como se presenta en el análisis.

4. Presentación y análisis de datos

El *podcasting*, como fenómeno de comunicación, surgió en 2004. Castro (2005) es la primera brasileña en investigar el tema, centrándose en las nuevas formas de consumo generadas por el *podcasting*. El escenario presentado por la autora, basado en las continuidades y discontinuidades de la comunicación digital, se refuerza cuando observamos la ecología mediática actual. La expansión de los mercados del *podcasting* y del consumo de audio en múltiples plataformas, así como los retos a los que se enfrenta esta forma de comunicación (González, 2024) nos llevan a preguntarnos: ¿cómo encaja la comunicación científica sobre el medio ambiente en este escenario? ¿Qué se está produciendo académica y comunicacionalmente sobre el tema? Y si pensamos específicamente en la calidad del aire, ¿cómo encaja en esta realidad multifacética influenciada por el consumo de audio?

Las búsquedas de artículos de revistas realizadas en *Dimensions.ai* revelan que la calidad del aire -tanto si va unida al *podcasting* como si no- ocupa un lugar mucho menos destacado que el medio ambiente en la investigación, especialmente en portugués. Mientras que las publicaciones en español sobre calidad del aire representan el 6,35% de las de medio ambiente, en portugués esta cifra se limita al 2,87% de los estudios. Es importante tener en cuenta que la diferencia entre las publicaciones sobre medio ambiente en los dos idiomas es del 3,56%, lo que pone de relieve que la producción es unas tres veces mayor en español.

Cuadro 1 - Total de publicaciones de la muestra

Temas	Publicaciones
Meio Ambiente	181765
Medio Ambiente	175512
Meio Ambiente + Podcast	1276
Medio Ambiente + Podcast	1558
Meio Ambiente + Qualidade do Ar	5218
Medio Ambiente + Cualidad del aire	11142
Meio Ambiente + Qualidade do Ar + Podcast	43
Medio Ambiente + Cualidad del aire + Podcast	293

Fuente: Elaboración propia

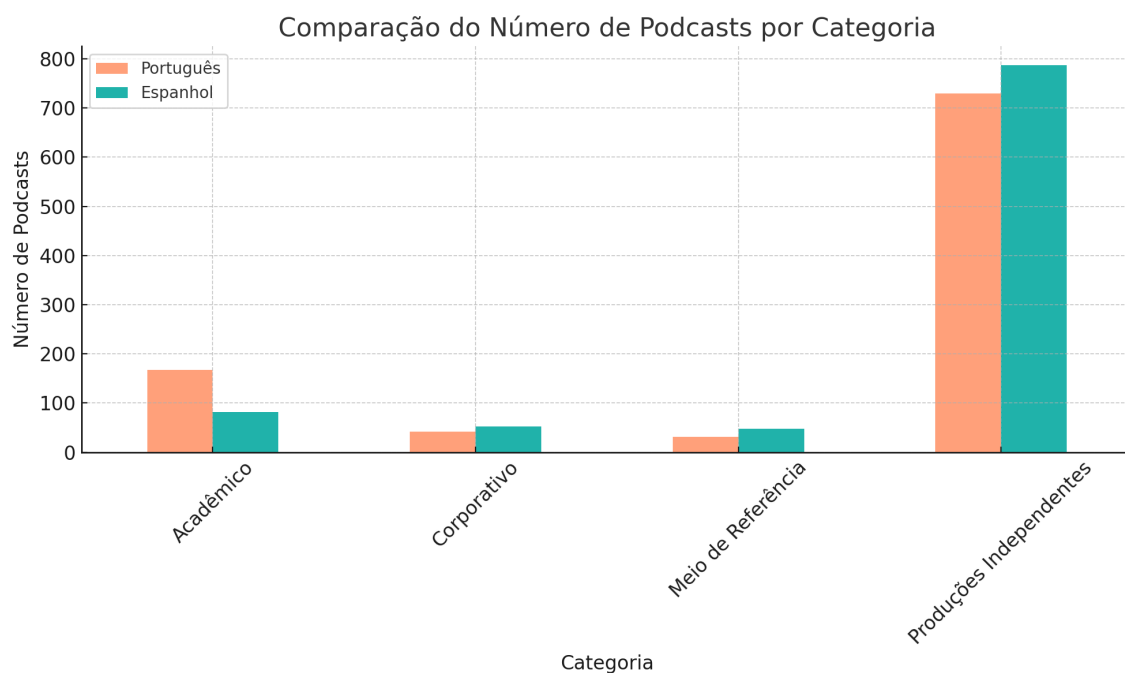
Es interesante observar que la proporción porcentual de investigaciones sobre *podcasting* y calidad del aire amplía la brecha entre los dos idiomas. Aunque los estudios sobre radio – y específicamente los estudios sobre *podcasting*– están consolidados y bien estructurados en Brasil, las iniciativas de producción e investigación sobre comunicación científica en radio se expandieron significativamente después de la pandemia del COVID-19, con la constatación de la necesidad de hablar sobre procesos científicos al público en general. Además, en este período, la Red de Radios Universitarias de Brasil (Rede de Rádios Universitárias do Brasil – RUBRA), creada en 2018, consolidó acciones de colaboración e incentivo de la comunicación de la ciencia, ampliando el debate sobre el tema en el país.

Otra variable contextual que puede explicar las diferencias en los datos de producción ambiental en el país es el bajo nivel de estímulo dado a la comunicación científica por las agencias de financiación y los órganos de evaluación de posgrado en Brasil. Hasta hace pocos años, las actividades de comunicación científica no se tenían en cuenta en las evaluaciones de la progresión profesional, en las convocatorias de financiación ni en la evaluación de la calidad de los cursos de posgrado. Esta infravalorización tiene un impacto directo en la investigación sobre el tema y en la producción de los investigadores, situación que está cambiando gradualmente.

La investigación sobre medio ambiente en español alcanzó casi los 8.000 artículos en 2015 y llegó a su máximo anual en 2020, con algo más de 13.000 textos publicados. A partir de 2021, se produjo un ligero descenso cada año, hasta llegar a poco más de 10.000 artículos publicados en 2023. El mismo patrón se observa en los estudios en lengua portuguesa, con algo más de 9.000 en 2015, alcanzando cerca de 15.000 artículos en 2021 y cayendo después a casi 13.000 artículos publicados en 2023. El área con mayor número de publicaciones en ambas lenguas es Ciencias Biológicas, con Comunicación ocupando el 11º lugar con 3.927 artículos en portugués (0,002160%) y el 13º lugar con 3.815 textos en español (0,002174%) en el periodo.

Si nos fijamos en la investigación sobre medio ambiente, calidad del aire y *podcasting*, el panorama es diferente. En los artículos en portugués, sólo cuatro áreas están representadas: Educación (1ª); Ciencias Clínicas y Biomédicas (2ª); Comercio, Gestión, Turismo y Servicios (3ª) y Ciencias de la Salud (4ª). En español, además del mayor número de producciones, hay una diversidad de áreas de conocimiento que investigan la calidad del aire y el *podcasting*: Sociedad (1ª); Comercio, Gestión, Turismo y Servicios (2ª); Informática y Ciencias de la Información (3ª); Ciencias de la Tierra (4ª); Ingeniería (5ª); Ciencias Ambientales (6ª); Lengua, Comunicación y Cultura (7ª). Observamos un pico en las producciones sobre el tema en 2022. En un análisis contextual, podemos indicar tres vectores que reiteran la importancia de hablar de la calidad del aire en los países hispanohablantes: los impactos del aislamiento social generado por la pandemia del COVID-19 sobre la calidad del aire en las ciudades; las erupciones del volcán Cumbre Vieja (España, septiembre de 2021) y del volcán El Fuego (Guatemala, diciembre de 2022); las recurrentes ocurrencias de calimas en España. Mientras que algunos de estos fenómenos naturales afectan a Portugal y a los países africanos de habla portuguesa, en Brasil los principales acontecimientos que influyen en la percepción de la urgencia del debate sobre la calidad del aire son los incendios forestales y la contaminación en las metrópolis. Las variables que señalamos en el análisis contextual también pueden observarse si nos fijamos en las nubes de palabras de los resúmenes (construidas a partir de los *abstracts* de los textos en español y de los resúmenes de los textos en portugués).

Figura 3 - Categorización de los podcasts de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Las producciones independientes destacan en ambos mercados, con un predominio de los *podcasts* producidos por profesionales del medio ambiente. Los *podcasts* independientes brasileños predominan desde la perspectiva de la preservación y los españoles desde la de la sostenibilidad. Cabe destacar que estas producciones son menos analíticas y más centradas en la información de servicio y la responsabilidad individual, lo que desconecta los problemas de preservación y sostenibilidad de la demanda de políticas públicas y acciones de mayor alcance, vinculadas, por ejemplo, a la regulación de las acciones ambientales que afectan a las grandes empresas.

En cuanto a los *podcasts* clasificados como académicos, existe una distinción entre los dos mercados que coincide con los resultados de los artículos. En esta categoría predominan las producciones de grupos de investigación y cursos universitarios. Sin embargo, en la muestra brasileña también se observan producciones escolares, reflejando acciones de educación ambiental y socioambiental que también se evidenciaron en la muestra anterior.

Los *podcasts* corporativos y de medios de referencia son los menos identificados en la muestra. En los primeros predominan las producciones realizadas por consultoras y dirigidas a dar a conocer la actividad principal de la empresa, generalmente vinculada al sector medioambiental. También identificamos producciones que dan a conocer acciones de responsabilidad social desde una perspectiva medioambiental por parte de compañías de otras áreas de actividad, como la empresa de cosméticos Natura o la energética Iberdrola. Este patrón se repite en ambos mercados, a diferencia de lo que ocurre en los medios de referencia. En esta categoría, en la muestra brasileña predominan las producciones que replican contenidos emitidos en programas de radio, mientras que en España existe un equilibrio entre esta réplica y las producciones vinculadas a otros medios.

Cuando observamos la nube de palabras de los *podcasts* del mercado español, vemos una variedad de perfiles de producción. Mientras que, por un lado, vemos la presencia de expresiones vinculadas a la sostenibilidad y la reiteración de la responsabilidad individual, como "nuestro", "tener", "tu", "persona" o "acciones", por otro lado, vemos la presencia de debates sobre impactos en la salud y la biodiversidad, que conectan con las investigaciones identificadas en la muestra de artículos en español. Notamos una mayor diversidad temática en relación a la nube de palabras de los artículos, que dialoga con lo cotidiano de la población, apuntando a los impactos de la preservación ambiental en sus prácticas diarias.

También cabe destacar la mayor producción sobre calidad del aire en español, no sólo en los artículos, sino también en los *podcasts* analizados. De los 1.940 *podcasts* que componen nuestra muestra, los *podcasts* en español son los que más tratan el tema. Esto también se refleja en la nube de palabras, en la que además de "contaminación" (también identificada en la muestra brasileña) aparecen "aire" y "cambio climático".

5. Conclusiones

A partir de la investigación realizada, nos percatamos de la existencia de dos perfiles distintos de investigación sobre el medio ambiente en los dos países, estando la investigación española más vinculada al impacto sobre la salud y la brasileña a cuestiones sociales y de conservación. Cuando pensamos en los reflejos de estos perfiles de investigación en los *podcasts*, nos damos cuenta de que hay poca conexión. En la muestra brasileña predominan las producciones de educación ambiental y responsabilidad individual, relegando a un segundo plano el perfil de divulgación científica. En la muestra española, en cambio, hubo un equilibrio entre producciones de responsabilidad individual y sostenibilidad y debates basados en investigaciones realizadas en universidades, mostrando mayores resultados en relación con las acciones de divulgación científica.

En cuanto a la producción de *podcasts* resulta importante señalar la urgencia de que los medios de referencia, se involucren en la producción de *podcasts* de carácter divulgativo, situación que mejoró a raíz de la pandemia, pero que tiene que consolidarse en las parrillas de las radios convencionales, consolidando un tipo de contenido por el que la audiencia ha mostrado más interés a partir de la COVID-19.

Finalmente, en cuanto a la producción de *podcasts* relacionados con la calidad del aire, es clave señalar, la oportunidad que presenta el audio como contenido complementario para las múltiples aplicaciones que existen sobre mediciones de calidad del aire existentes. Un asunto que cada día preocupa más a colectivos como alérgicos (en períodos de pico de alergias) o deportistas a la hora de practicar sus respectivas disciplinas.

6. Referencias

- Aguaded, J. I., & Contreras, P. (2011). La radio universitaria como servicio público para una ciudadanía democrática. La Coruña: Netbiblo.
- Alegria, P., Bulgarelli, L., & Pinheiro-Machado, R. (2020). Movimentos sociais contemporâneos: um balanço da produção de teses e dissertações em antropologia (2008–2018). *BIB - Revista Brasileira De Informação Bibliográfica Em Ciências Sociais*, (93), 1-27. Recuperado de: <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/512>
- Balsebre, A. (2002). Historia de la radio en España. Vol. II. Barcelona: Cátedra.
- Barretto-Filho, H. (2020). Bolsonaro, Meio Ambiente, Povos e terras indígenas e de comunidades tradicionais: uma visada a partir da Amazônia. *Cadernos de Campo* (São Paulo-1991), 29(2), e178663. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9133.v29i2pe178663%20>
- Castro, G. (2005). Podcasting e consumo cultural. *E-Compós*, 4. <https://doi.org/10.30962/ec.53>
- Catapan, S., Baratieri, T., & Nicolotti, C. (2021). Codificação: uma possibilidade para análise de dados qualitativos / Coding: a possibility to analyse qualitative data. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(2), 5399-5413. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n2-112>
- Craveiro, M. A., & Martín-Pena, D. (2023). De la radio a spotify: estrategias de marketing en la era de la evolución auditiva. *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Comunicación*, 22(44). <https://doi.org/10.55738/alaic.v22i44.1056>
- Del Bianco, N. (2009) Aprendizagem por rádio. In F. Litto & M. Formiga (Coords.) *Educação a distância: o estado da arte*. (pp. 56-64). Pearson. Recuperado de: https://www.abed.org.br/arquivos/Estado_da_Arte_1.pdf
- Dimensions.ai. (2024). Resources. <https://www.dimensions.ai/>
- Ferraretto, L. A. (2021). Por que o rádio brasileiro começou em Recife. *Revista FAMECOS*, 28(1), e40142. <https://doi.org/10.15448/1980-3729.2021.1.40142>
- Figueira, A. C., & Bevilaqua, D. (2022). Podcasts de divulgação científica: levantamento exploratório dos formatos de programas brasileiros. *Revista Eletrônica De Comunicação, Informação & Inovação Em Saúde*, 16(1). <https://doi.org/10.29397/reciis.v16i1.2427>
- González, D. (2024, 15 de Febrero). The State of Podcasting in Latin America. *Podnews*. Recuperado de: <https://podnews.net/article/podcasting-in-latin-america>
- Lopez, D. C. (2019). Radios universitarias en escenario de convergencia: Reflexiones sobre la formación profesional y el papel de las universidades. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, (140), 233-246. <https://doi.org/10.16921/chasqui.v0i139.3537>
- Lopez, D. C. (2010). Radiojornalismo hipermediático: tendências e perspectivas do jornalismo de rádio all news brasileiro em um contexto de convergência tecnológica. *Labcom Books*. Recuperado de: <https://labcom.ubi.pt/livro/24>
- Lopez, D. C., Gobbi Betti, J., Freire, M., & Gomes, J. (2024). Análise de referências com apoio em software: uma proposta metodológica para a abordagem de gênero nos estudos radiofônicos. In M.C. Goobi, O. de Moraes & D. Renó (Coords). *Reflexões e práticas acadêmicas na Comunicação Latino-Americana*. (pp. 255-281). Ria. <http://www.rieditorial.com/index.php/reflexoes-e-praticas-academicas-na-comunicacao-latino-americana/>
- Martín-Pena, D., Lopez, D. C., & Freire, M. (2023). Innovación, plataformización y formación: un reto para la radio universitaria en España. *Revista de Comunicación*, 22(1), 255-272. <https://doi.org/10.26441/RC22.1-2023-3088>
- Martín-Pena, D., & Parejo, M. (2021). Los medios universitarios en tiempos de infodemia: El caso de la Universidad de Extremadura. *Radiofonias-Revista de Estudios em Mídia Sonora*, 12(1), 1-16. Recuperado de <https://periodicos.ufop.br/radiofonias/article/view/4743>
- Martín-Pena, D., Parejo, M., & Vivas, A. (2020). Irrupción de radio y divulgación en el aula para promover las vocaciones científicas en primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3205-3205. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3205

- Martín-Pena, D., Parejo, M., & Vivas-Rodríguez, C. (2018). Radio educativa para fomentar las vocaciones científicas: el proyecto Ratonés de Laboratorio. *Index. comunicación: Revista científica en el ámbito de la Comunicación Aplicada*, 8(2), 229-254. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6459839>
- Martín-Pena, D., & Parejo-Cuéllar, M. (2016). Nuevas fórmulas de comunicación corporativas basadas en la colaboración interuniversitaria: proyecto "Semillas de Ciencia". *Documentación de las Ciencias de la Información*, 39, 151-163. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5922562>
- Merayo, A. (2000). Identidad, sentido y uso de la radio educativa. In *Cultura y medios de comunicación: actas del III Congreso Internacional*, Salamanca, del 15 al 18 de febrero de 1999 (pp. 387-404). Servicio de Publicaciones. Recuperado de: <http://bocc.ufp.pt/pag/merayo-arturo-radio-educativa.pdf>
- Rodero, E. (2020). La radio: el medio que mejor se comporta en las crisis. Hábitos de escucha, consumo y percepción de los oyentes de radio durante el confinamiento por el Covid-19. *El profesional de la información*, 29(3): e290306. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.06>
- Nunes, J. V., Woloszyn, M., Gonçalves, B., & Pinto, M. (2017). A pesquisa qualitativa apoiada por softwares de análise de dados: uma investigação a partir de exemplos. *Fronteiras: estudos midiáticos*, 19(2), 233-244. <https://doi.org/10.4013/fem.2017.192.08>
- Parejo, M., Vivas, A., & Martín-Pena, D. (2018). La divulgación científica en las emisoras universitarias: la fonoteca del proyecto "Semillas de Ciencia". *Revista Mediterránea de Comunicación*, 9(1), 35-47. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM2018.9.1.2>
- Patta Ramos, M. (2013). Métodos quantitativos e pesquisa em ciências sociais: lógica e utilidade do uso da quantificação nas explicações dos fenômenos sociais. *Mediações - Revista De Ciências Sociais*, 18(1), 55-65. Disponible en: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/mediacoes/article/view/16807/0>
- Prieto, I., Durante Rincón, E., & Ramos, M.A. (2008). Experiencia educativa de la radio en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales*, 14(1), 63-72. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28011673006>
- Souza Abreu, I. (2013). Biopolítica e racismo ambiental no Brasil: a exclusão ambiental dos cidadãos. *Opinião Jurídica*, 12(24), 87-99. Recuperado de: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/opinion/article/view/723>
- Spotify for developers. (2024, 09 de marzo). Web API. <https://developer.spotify.com/documentation/web-api>

CAPÍTULO IX.

La visibilidad de los contenidos relacionados con la calidad del aire en los buscadores

María García-García¹⁸

José M. Pinilla-Gonzalez¹⁹

M. Victoria Carrillo-Durán²⁰

Introducción

Según una encuesta especial del Eurobarómetro (European Commission, 2022) la ciudadanía europea se muestra preocupada por el empeoramiento de la calidad del aire. Teniendo en cuenta que los efectos de la contaminación atmosférica en la salud y el medio ambiente es un tema sensible para la mayoría de la población, las redes de vigilancia atmosférica se afanan por dar visibilidad a las acciones que llevan a cabo para minimizar el impacto de la contaminación y por implicar a la ciudadanía en todas aquellas acciones de mejora en la que puedan participar. Es por tanto necesaria la visibilización de las acciones y el acercamiento de los resultados científicos a la sociedad en esta materia. Además, cada vez más se exige a proyectos financiados con fondos públicos que sus resultados tengan impacto social.

En el mundo de la salud esto significa ofrecer contenidos de calidad científica que sean atractivos para el público en general y que consigan una comunicación y difusión efectiva y útil (Serrano Falcón, 2013). Así, este trabajo pretende mostrar la importancia de hacer

¹⁸ Profesora Titular en la Universidad de Extremadura. Sus principales líneas de trabajo son la comunicación estratégica digital en PYMEs y universidades. Ha sido investigador visitante en la Universidad de Bournemouth (Reino Unido) y en la Universidad Abdelmalek Essaâdi (Marruecos). Actualmente es miembro del grupo de investigación AR-CO (Área de Comunicación). <https://orcid.org/0000-0002-7262-1602> - mgargar@unex.es

¹⁹ Personal Científico e Investigador en la Universidad de Extremadura en el proyecto “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura” (proyecto IB20081). Alumno del Programa de Doctorado de Información y Comunicación de la Universidad de Extremadura. <https://orcid.org/0009-0003-0726-501X> - jpinillagon@unex.es

²⁰ Catedrática de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Universidad de Extremadura. Investigadora principal del grupo de investigación AR-CO (Área de Comunicación), asociado a la Alianza EUGREEN. Una de sus principales líneas de trabajo es la comunicación digital en el contexto de la comunicación empresarial e institucional. Coordinadora del Programa de Doctorado de Información y Comunicación de la Universidad de Extremadura. <https://orcid.org/0000-0002-1256-8870> - vicduran@unex.es

visibles en los buscadores la información científica relacionada con la calidad del aire. Gracias a una selección del contenido más relevante que se traduzca en las palabras clave adecuadas se podrá incrementar la notoriedad de los proyectos a la sociedad esparciendo así el impacto y la transferencia del conocimiento a la población.

Para ello, se toma como referencia el proyecto de investigación COMUNICAIRE (proyecto IB20081 financiado por la Junta de Extremadura, con cofinanciación de la Unión Europea, en el marco de la convocatoria 2020 de ayudas destinadas a la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+I de la comunidad autónoma de Extremadura) que, de acuerdo con la información proporcionada por los propios investigadores, tiene como objetivo proponer a la comunidad investigadora un modelo de comunicación científica validado y eficaz en el ámbito de la calidad del aire. Se estudian estrategias de divulgación y comunicación científica para el acercamiento eficaz, a través de las herramientas y plataformas online ya disponibles, de la información predictiva de polen alérgico y contaminantes atmosféricos en el aire de Extremadura.

Escribir para ser visibles. La importancia de los buscadores

La búsqueda de información en relación con los temas de salud, como la contaminación atmosférica, ha sido recurrente desde hace años. Puede decirse que el acceso a la información sobre la contaminación del aire por parte de las y los ciudadanos se realiza principalmente por la televisión y por Internet. En la televisión la difusión de estos contenidos estaba ceñida a divulgadores especializados o comentaristas de prestigio. Mientras que en Internet actualmente la información sobre salud busca nuevos espacios comunicativos desde los que acercarse al público de una manera más acorde a las demandas y las fuentes de información habituales en la sociedad hoy en día. Ejerciendo de intérpretes o de filtro, al igual que sucede en la televisión, han surgido en la Red los *influencers* que son capaces de explicar de manera sencilla a un público muy amplio cuestiones sobre salud y ciencia de cualquier ámbito. Este tipo de contenidos en medios sociales tienen también gran calado entre la población.

Pero la información científica que hay en Internet, debe ser contrastada ya que la facilidad con la que se crean contenidos en la Red y lo accesibles que estos pueden ser ha propiciado que se hayan creado perfiles de personas que comentan temas relacionados con la salud, pero que en realidad no sean expertos en los temas que tratan (García Rivero et al., 2021). La consolidación de internet como fuente de información ya despertó las sospechas de autores como Wilson & Risk (2002) que manifestaron su preocupación ante el hecho de que la gran cantidad de información disponible en Internet dificultase el acceso del usuario a aquella de mejor calidad.

En la mezcolanda de plataformas, perfiles, contenido que es Internet, se antoja pertinente un sistema de recuperación de los contenidos que se conoce como buscadores. A través de ellos se realizan también consultas sobre salud (Novillo Ortiz, 2015). Sin embargo, la mayoría de los contenidos científicos, derivados de proyectos de investigación y vinculados a la comunidad académica, pueden ser accedidos principalmente desde buscadores especializados, no desde los buscadores generalistas que emplean

mayoritariamente la población, lo cual supone un obstáculo para que los contenidos científicos sean visibles en la Red.

Cuando se habla de posicionamiento (SEO), es frecuente asociarlo a la posición que ocupa una página web en los buscadores de texto y a las características técnicas que estos tienen en cuenta a la hora de jerarquizar los resultados de búsqueda. Sin embargo, los buscadores indexan todo tipo de contenidos, no solo webs corporativas, sino también publicaciones en blogs, redes sociales. De acuerdo con Chomphoosang, et al., (2012) las fuentes de información sobre salud pueden ser de 4 tipos: portales web, espacios colaborativos de intercambio de información, redes sociales y multimedia. Los contenidos derivados de los proyectos de investigación pueden tomar formatos diferentes, pero deben responder siempre a una estrategia de difusión integral que aglutine y destaque aquellos conceptos relevantes para los usuarios. Dar visibilidad a los contenidos pasa por saber qué ideas hay que comunicar y conocer las inquietudes de los usuarios en sus términos de búsqueda.

En este trabajo se aborda la importancia de ofrecer contenido relevante para los usuarios utilizando las palabras clave que más encajen con las demandas de los públicos. El presente trabajo toma como ejemplo y aborda su aplicación al proyecto de investigación regional titulado “Estrategias de traslación mediática para información pública sobre calidad del aire en Extremadura” financiado por las ayudas para la realización de proyectos de investigación en los centros públicos de I+D+I de la Comunidad Autónoma de Extremadura (Convocatoria 2020). Los proyectos de investigación suponen un aliciente para superar los principales retos de la sociedad además de promover los vínculos entre la ciencia, la sociedad y las empresas. En este sentido, habría que garantizar que los resultados estén fácilmente disponibles y al alcance de la ciudadanía; si esta información está bien posicionada en los motores de búsqueda; además de saber si este contenido es diseminado a través de las redes sociales (Novillo Ortiz, 2015).

La elección de las palabras clave en los proyectos de investigación

Cuando se busca la visibilidad para un contenido, la estrategia SEO más adecuada pasa tradicionalmente por identificar las palabras clave que utilizan los usuarios para buscar información sobre el contenido que se pretende divulgar y por diseñar una sede web donde el contenido sea fácilmente recuperable para los buscadores. El trabajo de optimización SEO en ocasiones se desplaza a las fases de diseño finales, una vez ya se han realizado y tomado todas las decisiones relacionadas con la investigación centrada en los usuarios (Alcaraz-Martínez, 2021). Reconociendo la importancia de las cuestiones técnicas en el posicionamiento, se parte de una visión estratégica de la comunicación donde los aspectos técnicos son importantes, pero van detrás de los contenidos, de ahí que no se aludan a los indicadores que toman en consideración los buscadores para posicionar las webs en una u otra posición del ranking. Tanto sobre palabras clave como sobre los aspectos tecnológicos que priorizan los principales motores de búsqueda, existe multitud de bibliografía y webgrafía actualizada fácilmente localizable.

Este trabajo pretende poner el foco, no tanto en la tecnología, como en el emisor de la información y la necesidad de entender que cualquier contenido publicado en la Red será más fácilmente localizable si se ha hecho el ejercicio previo de pensar qué temáticas

son de mayor interés para el usuario, no para el buscador. Si el contenido es relevante para el usuario, el posicionamiento orgánico será una consecuencia natural para los buscadores. No se trata solo de hacer visibles los resultados de un proyecto en concreto sino de tener una estrategia de publicación web que deje de estar centrada en los aspectos más técnicos de internet hacia otras centradas en descubrir cómo es posible ayudar a una mayor cantidad de gente a encontrar contenido relevante de acuerdo con sus necesidades a lo largo del recorrido de navegación (Baggs & Corak, 2021).

El sector de la salud emplea, por defecto, palabras clave complejas asociadas a la disciplina que no siempre son los términos de uso común que tienen en mente la mayoría de los usuarios. De acuerdo con Fernández Muñoz (2021) uno de los primeros pasos a seguir, precisamente, es conocer las palabras clave más relevantes para el proyecto de investigación propio, así como las usadas en el ámbito de investigación de interés, las usadas por otros proyectos competitivos y muy especialmente las tendencias y términos más buscados. No es lo mismo buscar “aerobiología” que “cantidad de polen en el ambiente”, por ejemplo.

En el proceso de divulgación de los contenidos científicos, cualquier estrategia de comunicación planificada requerirá de un proceso de selección de aquellos temas, contenidos o asuntos relacionados con el proyecto y su desarrollo que puedan ser de interés y, por tanto, de comunicación, para cada segmento de público objetivo (Álvarez García, 2021). La selección de los términos a posicionar en los buscadores estará en línea con este proceso de selección de contenidos. Así, conviene plantearse, no solo las ideas más relevantes a comunicar, sino que también habría que pensar por qué busca el usuario esas ideas.

La intención de búsqueda pretende conocer la motivación del usuario para hacer esa búsqueda en concreto, la necesidad que desea satisfacer. En el contexto de la calidad del aire, habría que plantearse qué preguntas se hace alguien antes de buscar información sobre dicho tema. El usuario podría buscar estos contenidos bien porque esté interesado en los daños sobre la salud que causa, por los efectos en el medio ambiente o porque vaya a hacer ejercicio físico. Independientemente de que las palabras clave utilizadas en la búsqueda fuesen “calidad del aire” o “contaminación atmosférica”, mientras más se conozca a cerca de las motivaciones del usuario para hacer esa búsqueda, más opciones de visibilizar el contenido existe.

De acuerdo con Fernández Muñoz (2021), para abordar estrategias SEO de posicionamiento en buscadores de un proyecto científico, lo primero es definir y plantear una estrategia web para el proyecto y desarrollar al menos una página web propia. Hay que definir el formato más conveniente para cada caso, ya sea una página informativa, un blog, un *microsite*, etc. Las notas de prensa, las publicaciones en redes sociales o cualquier entrevista que se conceda, debe estar estructurada entorno a las ideas clave a transmitir. Haciendo este pequeño esfuerzo, es probable que cualquier proyecto de investigación alcance mayor visibilidad en la web y, por extensión, pueda hablarse de un mayor impacto social del mismo.

Las palabras clave del proyecto COMUNICAIRE

Desde el proyecto COMUNICAIRE se ha dado difusión y visibilidad a los resultados desde distintas plataformas digitales. Por un lado, se han empleado dos sedes web de titularidad pública como son <https://www.airextremadura.es/> y

<https://www.aerouex.es/aerouex.htm>, algunos medios sociales como *Twitter* y *Facebook* además de un blog (<http://tu-salud-esta-en-el-aire.blogspot.com/>) cuyos contenidos migraron a la web <https://repica.enviraio.es/web/guest/Noticias> en 2023. Es cierto que el proyecto ha tenido repercusión en medios de comunicación digitales y otras plataformas que no se tendrán en cuenta ya que se trata de medios ganados, no de medios propios, en los que los responsables del proyecto no han sido los encargados de gestionar el contenido publicado.

Atendiendo a la naturaleza del proyecto, la tabla 1 muestra los conceptos clave señalados por los investigadores responsables que se entiende son los contenidos sobre los cuales se tendría que articular la comunicación del proyecto y el promedio de búsquedas mensuales que estas palabras clave obtienen en *Google*.

Tabla 1: palabras clave del proyecto y promedio de búsquedas en *Google.com*.

TÉRMINO	Promedio de búsquedas mensuales
Aerobiología	100 - 1 mil
Calidad del aire	1 mil - 10 mil
Cambio climático	-
Conciencia pública	10 - 100
Contaminación atmosférica	1 mil - 10 mil
Divulgación	1 mil - 10 mil
Educación ambiental	1 mil - 10 mil
Información pública	100 - 1 mil

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, son palabras clave con volúmenes de búsqueda no muy elevados y con una competitividad baja.

Las webs

A pesar de que las webs utilizadas para difundir los contenidos no pertenecen al proyecto, gran parte del contenido sí ha sido gestionado directamente por los investigadores del proyecto. Dada la limitación geográfica del proyecto y su restricción a la comunidad autónoma de Extremadura, se antoja pertinente que las palabras clave utilizadas mencionen dicha comunidad. Así, se ha comprobado en qué lugar del ranking aparecían las webs si se introducían las palabras clave relevantes para el proyecto seguidas de la ubicación geográfica (Extremadura). En la tabla 2 se observan los resultados devueltos por *Google*.

Tabla 2: resultados de búsqueda.

Términos de búsqueda	Posición en el ranking de Google
Aerobiología + Extremadura	AeroUEX 1 posición
Calidad del aire + Extremadura	Repica 1 posición
Cambio climático + Extremadura	-
Conciencia pública + Extremadura	-
Contaminación atmosférica + Extremadura	-
Divulgación + Extremadura	-
Educación Ambiental + Extremadura	-
Información pública + Extremadura	-

Fuente: elaboración propia.

Se ha verificado si las búsquedas hechas devolvían resultados en la primera página de resultados del buscador *Google.es*. Cuando se buscan los términos más relevantes para el proyecto en el principal buscador, los resultados devueltos (Tabla 2) demuestran que la aerobiología y la calidad del aire son los principales conceptos clave que consiguen posicionar en buen lugar la información obtenida por las redes de vigilancia atmosférica. Observando la estructura interna de las webs (Tabla 3), gracias a la herramienta <https://www.seoreviewtools.com/search-based-keyword-density-checker/>, se confirma que las palabras clave más utilizadas en el contenido mostrado, coinciden.

Tabla 3: palabras clave empleadas en las webs

Palabras clave	REPICA		AEROUEX		Densidad palabras clave
	Frecuencia	Densidad palabras clave	Palabras clave	Frecuencia	
calidad del aire	8	1.84%	red extremeña aerobiología	1	2.08%
contaminación del aire	5	1.15%	extremeña aerobiología	1	2.08%
estaciones vigilancia atmosférica	2	0.46%	aerobiología datos	1	2.08%

Fuente: elaboración propia.

La frecuencia con la que aparecen las palabras clave, así como su densidad, indican los pilares del contenido de las webs.

Medios sociales

El proyecto ha empleado *Facebook* (@AeroUEX y Tu Salud está en el aire) y *Twitter* (@aerouex) como plataformas para difundir infografías y otros contenidos, principalmente en imágenes, relacionados con el mismo.

El contenido publicado ha sido principalmente imágenes con infografías, pero en ambos perfiles la información publicada ha incluido muy frecuentemente las etiquetas #Predicciónpolínica, #ContaminaciónAtmosférica y #CalidadDelAire.

En ninguna de las búsquedas realizadas los buscadores han recuperado información publicada en los medios sociales.

Blog

Si bien los blogs pueden parecer una herramienta en desuso, son herramientas que ayudan a posicionar a la organización como referentes y como expertos en el tema tratado. Así, en los inicios del proyecto se generaron contenidos en el blog <http://tu-salud-esta-en-el-aire.blogspot.com/> y en el año 2023 se cerró la página para difundir la actualidad desde la web <https://repica.enviraiot.es/web/guest/Noticias>

En la tabla 4 se observa el número de veces que se han utilizado los términos relevantes para el proyecto en el contenido redactado tanto en el blog como en la web de repica durante el año 2023.

Tabla 4: contenidos más utilizados en el blog.

Término	Tu salud está en el aire	Noticias en Repica	Total
aerobiología	0	0	0
calidad del aire	53	65	118
cambio climático	36	6	42
conciencia pública	1	0	1
contaminación atmosférica	27	20	47
divulgación	1	3	4
educación ambiental	9	0	9
información pública	0	0	0

Fuente: elaboración propia

El término calidad del aire sigue siendo una de las palabras clave que articula el contenido en esta plataforma, seguido de cambio climático y de contaminación atmosférica. Se observa que el cambio de plataforma no ha influido en la estrategia de comunicación ya que la presencia de los términos clave es bastante similar en ambas.

Conclusiones

El proyecto COMUNICAIRE ha utilizado distintas plataformas para difundir los resultados de las investigaciones. En la estrategia de difusión, se observa un contenido predominante relacionado con la calidad del aire que responde a la propia naturaleza del proyecto con palabras con poca competencia, pero muy específicas.

En el contexto del proyecto, se ha empleado una estrategia de difusión dividida en dos partes. Por un lado, se encuentran las sedes web donde se ha volcado información eminentemente técnica empleando un lenguaje más dirigido a un público conocedor del tema y cuyas búsquedas se puede presuponer que emplearan un lenguaje más científico. De ahí que la palabra aerobiología tenga una amplia presencia. Y por otro lado los medios sociales donde se ha hecho un esfuerzo de adaptación del tema a las características de los públicos y las plataformas empleando términos de búsqueda más sencillos como calidad del aire. La adaptación a las plataformas “traduciendo” los hallazgos en ideas más de uso común permite acercarlo a los tipos de usuarios de forma que el impacto social de la investigación crezca.

La recuperación de información veraz y fiable en la web es especialmente relevante en el sector de la salud donde los especialistas se afanan por ofrecer contenidos científicos rigurosos ofrecidos por fuentes fiables. En el caso del proyecto COMUNICAIRE, el hecho de haber generado contenido para webs pertenecientes a instituciones públicas de reconocido prestigio ha podido influir en un mejor posicionamiento.

No se han analizado los resultados de búsqueda de manera exhaustiva ya que este trabajo contempla el posicionamiento web desde el contenido que genera el emisor, sin tomar en consideración las cuestiones de índole técnica que influyen decisivamente en éste. De ahí que se hayan cuantificado las palabras clave y se haya hecho el análisis de manera “manual” con el fin de que el trabajo realizado pueda valer de ejemplo a otros trabajos de investigación. Sin el apoyo de herramientas profesionales de pago, pero con la conciencia de la importancia de ser coherentes en la estrategia de contenidos, se puede mejorar la visibilidad web.

En el proceso de diseño de la estrategia de contenidos a difundir, es recomendable hacer las búsquedas que haría el usuario medio al que se dirige la información para entender las motivaciones de la búsqueda. Así mismo, puede ayudar recurrir a herramientas que ofrecen alternativas a las palabras clave elegidas. En este caso, la herramienta <https://www.seoreviewtools.com/search-based-keyword-density-checker/> ofrece como palabras clave alternativas para las webs analizadas: Aerobiología, Investigación aerobiológica, Partículas en el aire, Microorganismos en el aire, Alérgenos, Estudios de polen, Monitoreo de la calidad del aire, Salud respiratoria, Prevención de alergias, Previsión de polen, etc.

Referencias

- Alcaraz-Martínez, R. (2021). SEO centrado en el usuario: un cambio de paradigma orientado a satisfacer mejor las necesidades de las personas en el buscador de Google. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 32, e81156. <https://dx.doi.org/10.5209/cdmu.81156>
- Álvarez García, S. (2021). *Elaborar un plan integral para comunicar los resultados de investigación*. En: Barrio, M. G. y Rajas, M., *Comunicar la ciencia: guía para una comunicación eficiente y responsable de la investigación e innovación científica*. GEDISA.
- Baggs, R., & Corak, C. (2021). *SEO for everyone*. A Book Apart.
- Serrano Falcón, M. (2013). Comunicación sanitaria on line: El papel del médico en el marketing de contenidos sanitarios. *Revista Española de Comunicación en Salud*, 4(2), 123-126. Recuperado a partir de <https://e-revistas.uc3m.es/index.php/RECS/article/view/3363>
- Chomphosang, P., Durrezi, A., Durrezi, M., & Barolli, L. (2012). *Trust Management of Social Networks in Health Care*. 2012 15th International Conference on Network-Based Information Systems, Melbourne, VIC, Australia, 2012, 392-396, doi: 10.1109/NBIS.2012.152
- European Commission (2022). *Attitudes of Europeans towards Air Quality*. Disponible en: <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2660> [recuperado el 06 de marzo de 2024].
- Fernández Muñoz, C. (2021). *Posicionar los contenidos web de la comunicación científica*. En: Barrio, M. G. y Rajas, M., *Comunicar la ciencia: guía para una comunicación eficiente y responsable de la investigación e innovación científica*. GEDISA
- García Rivero, A., Carbonell-Currado, E. G., Magán-Álvarez, A., & Barberá-González, R. (2021). Marketing de influencia: educación sanitaria online. *Revista De Comunicación y Salud*, 11, 19-57. <https://doi.org/10.35669/rcys.2021.11.e268>
- Novillo Ortiz, D. (2015). Acceso a información y uso de redes sociales en salud pública: un análisis de las autoridades nacionales de salud y de las causas principales de defunción en Latinoamérica. Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/22158#preview>
- Wilson, P., & Risk, A. (2002). How to find the good and avoid the bad or ugly: a short guide to tools for rating quality of health information on the internet Commentary: On the way to quality. *Bmj*, 324: 598-602. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7337.598>

CAPÍTULO X.

Bulos en el aire: desinformación y verificación de noticias

Eva Pérez-López²¹

Teresa Alzás-García²²

1. Introducción

Vivimos en un tiempo donde la tecnología nos brinda un acceso sin precedentes a la información. Sin embargo, este avance trae consigo la sombra de la desinformación, capaz de distorsionar la realidad y afectar decisiones críticas en ámbitos como el medioambiental. Los bulos, definidos como noticias falsas o engañosas con el propósito de manipular o desviar la opinión pública (Wardle & Derakhshan, 2017), varían desde errores involuntarios hasta campañas malintencionadas que representan una grave amenaza para la comprensión y gestión de la calidad del aire.

Como señalan diversas investigaciones (Lewandowsky et al., 2017; Pennycook & Rand, 2020), la exposición a noticias falsas puede influir en las creencias, actitudes y comportamientos de las personas lo que puede llevar a la negación del cambio climático, la minimización de la contaminación del aire y la desconfianza en la ciencia ambiental. Esto resulta especialmente preocupante en el contexto de la calidad del aire, donde las falsedades pueden tener impactos directos en la salud pública (Dockery et al., 1993).

La interpretación errónea de datos o la difusión de teorías sin base científica, pueden llevar a la adopción de comportamientos de riesgo o al escepticismo respecto a medidas de mitigación y políticas de salud pública.

Por otra parte, la rapidez con que se difunden las noticias falsas en el entorno digital complica aún más la lucha contra la desinformación. Como indica Wardle (2017), la naturaleza de las redes sociales, donde el contenido emotivo y polarizador tiende a tener mayor alcance, puede distorsionar la percepción pública sobre temas críticos como la calidad del aire.

Ante este panorama, la verificación de hechos supone una herramienta fundamental en la lucha contra la desinformación (Graves, 2016). Organizaciones dedicadas a la

²¹ Profesora Ayudante del Área de Sociología de la Universidad de Extremadura. <https://orcid.org/0000-0002-6580-7038>

²² Profesora Contratada Doctora del Área de Sociología de la Universidad de Extremadura. <https://orcid.org/0000-0001-7847-2997>

verificación de noticias, como *Maldita.es*, juegan un rol crucial en el análisis, desmentido y clarificación de informaciones erróneas o engañosas.

2. Marco teórico

2.1. *Desinformación, bulos y calidad del aire*

La desinformación se refiere a cualquier información falsa que se difunde independientemente de si existe la intención de engañar. En cambio, los bulos son un subtipo de información creados y compartidos con el fin explícito de engañar al público (Wardle & Derakhshan, 2017). Esta distinción es relevante puesto que los bulos implican una manipulación deliberada de la información, lo que representa un desafío significativo en la esfera de la comunicación y la divulgación científica por su capacidad para mimetizarse con la verdad, su apelación emocional y la velocidad de su propagación en plataformas de redes sociales (Vosoughi et al., 2018).

Los medios de comunicación tradicionales y digitales juegan un papel crucial en la difusión de información ambiental. Autores como Tandoc et al., (2018) han analizado cómo la naturaleza de las noticias y las plataformas de redes sociales pueden fomentar la diseminación de noticias falsas, incluyendo aquellas relacionadas con el medio ambiente. La desinformación puede influir en la percepción pública y la adopción de medidas. Noticias falsas que minimizan los riesgos de la contaminación del aire o cuestionan la necesidad de regulaciones, pueden tener un impacto perjudicial. Además, puede alimentar la polarización y el escepticismo hacia la ciencia ambiental (Lewandowsky et al., 2017).

2.2. *Verificación de hechos y la construcción de la credibilidad*

La verificación de hechos que ha evolucionado desde una herramienta periodística a una disciplina propia (Graves, 2016), juega un papel crucial en contrarrestar la desinformación. Su metodología incluye una serie de pasos rigurosos y sistemáticos para evaluar la veracidad de las afirmaciones: identificación de fuentes originales, la consulta con expertos, el análisis de datos y evidencia, y la comparación con información previamente verificada (Amazeen, 2016). La verificación de hechos no solo corrige información incorrecta, sino que también puede influir en la opinión pública y el discurso político.

En la era digital, la credibilidad de las fuentes de información se ha vuelto más compleja. Metzger y Flanagin (2015) argumentan que la credibilidad ya no depende solo de la reputación de la fuente, sino también de factores como la transparencia, la interactividad y la participación de la audiencia.

2.3. *Verificación de noticias sobre medio ambiente*

Los bulos sobre el medio ambiente se caracterizan por una frecuente apelación a emociones intensas y, en menor grado, por su conexión con teorías conspirativas. Estos bulos pueden variar desde exageraciones de eventos ambientales hasta negaciones

completas de fenómenos científicamente probados como el cambio climático. Como Bennett y Livingston (2018) señalan, estos tipos de desinformación aprovechan la incertidumbre propia de la ciencia para sembrar dudas en el público.

Investigaciones como las de Hornsey et al., (2016) han demostrado que la desinformación puede influir en la forma en que las personas entienden los problemas medioambientales, lo que a su vez puede afectar su disposición a apoyar políticas ambientales o adoptar comportamientos sostenibles.

La difusión de bulos medioambientales se ve facilitada por las redes sociales y otras plataformas digitales. Según Starbird (2019), estas plataformas pueden actuar como cámaras de eco, amplificando y reforzando creencias falsas o engañosas. La naturaleza compleja de los problemas ambientales, como la calidad del aire, hace que el público sea particularmente susceptible a interpretaciones erróneas o simplistas.

3. Método

Se trata de una investigación con un enfoque cualitativo que tiene como objetivo general analizar los bulos sobre la contaminación del aire prestando especial atención a su origen, motivación y contenido.

3.1. Maldita.es: un caso de estudio en la verificación de hechos

Maldita.es, plataforma dedicada a la verificación de hechos y al periodismo de datos, ha ganado reconocimiento por su enfoque innovador y participativo, involucrando activamente a la ciudadanía en la identificación y denuncia de desinformación.

Para ello utiliza una combinación de investigación periodística, análisis de datos y colaboración con expertos para desmentir afirmaciones falsas. Su estrategia también incluye la divulgación científica y la educación del público sobre cómo identificar y evitar compartir información engañosa, lo que resalta la importancia de la alfabetización mediática en la era digital.

Maldita.es no solo corrige información incorrecta, sino que también contribuye a fomentar una mayor confianza en los medios y en las fuentes de información verificada. Específicamente en el ámbito medioambiental, la web ha desempeñado un papel crucial al abordar la desinformación relacionada con temas como el cambio climático y otras cuestiones ecológicas.

En el contexto de este estudio, *Maldita.es* se utiliza como una fuente primaria para el análisis de contenido de bulos relacionados con la contaminación del aire.

3.2. Muestra

La investigación ha sido diseñada en dos fases: en una primera, se realizó una revisión sistemática del conjunto de publicaciones de la plataforma *Maldita.es* alojadas en la sección

“Maldito clima”, en un periodo que abarca desde abril de 2019 hasta febrero de 2024. Se encontraron un total de 922 publicaciones relacionadas con la contaminación en general. Tras una primera lectura de las publicaciones se seleccionaron aquellas que trataban sobre contaminación del aire reduciendo el número de publicaciones a 52. Posteriormente, se procedió a una segunda lectura en profundidad de las 52 publicaciones y se seleccionaron las que contenían información específica sobre bulos vinculados con la contaminación del aire, resultando finalmente 10 publicaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Muestra de bulos sobre calidad del aire.

Código	Titular del bulo	Fecha de publicación y última actualización
publ. 1	Que no te la cuelen con supuestos aviones soltando ‘chemtrails’: con los rastreadores de vuelo puedes comprobar qué avión estás viendo pasar.	Publicado 25/4/2023 Actualizado 31/7/2023
publ. 2	Bulos, narrativas y teorías de la conspiración sobre 'chemtrails' y fumigaciones.	Publicado 24/3/2023 Actualizado 12/5/2023
publ. 3	No, estas declaraciones de un supuesto piloto de avioneta reconociendo en <i>Twitter</i> que le ofrecieron esparcir ‘chemtrails’ no son reales.	Publicado 10/5/2023
publ. 4	Cómo interpretar las imágenes de satélite que miden el dióxido de azufre en la atmósfera.	Publicado 30/1/2023 Actualizado 10/3/2023
publ. 5	El bulo de la Unión Europea y los “confinamientos climáticos para los países miembros que superen los niveles de contaminación”.	Publicado 10/1/2023
publ. 6	No, esta imagen no muestra “las aeronaves contaminantes” de los representantes que han acudido a la cumbre climática en Egipto o COP27: la foto circula al menos desde 2016.	Publicado 16/11/2022
publ. 7	No, este vídeo no muestra la llegada de la calima a Las Norias de Daza (Almería): es Riad (Arabia Saudí).	Publicado 15/3/2022
publ. 8	Polvo del Sáhara en la Comunidad Valenciana: de dónde proviene y a qué se debe este fenómeno	Publicado 8/2/2021 Actualizado 9/2/2021
publ. 9	No, esta imagen panorámica de Madrid 'sin contaminación' no ha sido tomada durante el confinamiento por el coronavirus	Publicado 14/4/2020
publ. 10	No, el humo que emiten las centrales nucleares no es contaminación: es vapor de agua	Publicado 28/5/2019

3.3. Procedimiento

Con el apoyo del software de análisis cualitativo WebQDA, se procedió a realizar un análisis de contenido. Esta es una técnica de investigación sistemática y objetiva que, según Krippendorff (2018), permite utilizar distintas técnicas de análisis de datos tanto de manera cuantitativa como cualitativa.

El proceso de codificación (ver Tabla 2), una vez establecidas las categorías de análisis (origen, motivación y contenido), consistió en la definición de subcategorías emergentes (psico-emocional) así como otras definidas previamente en la revisión de la literatura (institucional, social, económica, política, ideológica, científico falso, etc.).

Tabla 2. Proceso de codificación.

Categorías	Subcategorías
Origen	Institucional: bulos promovidos por entidades gubernamentales, corporaciones o grupos de interés con agendas específicas (Oreskes & Conway, 2010).
	Social: bulos generados y difundidos por individuos o colectivos en plataformas de redes sociales, blogs, entre otros medios (Starbird, 2019).
Motivación	Económica: bulos creados para beneficiar intereses económicos, como el apoyo a industrias contaminantes o el detrimento de energías renovables (Michaels, 2008).
	Política: bulos destinados a influir en políticas ambientales, elecciones o percepciones públicas sobre la gestión ambiental (Farrell, 2016).
	Ideológica: bulos fundamentados en creencias o ideologías específicas que rechazan la evidencia científica, como el negacionismo climático (Dunlap & Jacques, 2013).
	Psico-emocional: bulos creados para generar reacciones emocionales fuertes que promuevan la cohesión de grupo, polarización, o movilización hacia o en contra de causas específicas (Ecker et al., 2020).
Contenido	Científico falso: afirmaciones que contradicen el consenso científico, utilizando datos manipulados o interpretaciones erróneas de estudios (Björnberg et al., 2017).
	Teorías conspirativas: Propuestas que implican la existencia de complotos para engañar al público sobre temas ambientales, como la negación del cambio climático (Lewandowsky et al., 2017).
	Falacias ecológicas: Argumentos que se apoyan en razonamientos defectuosos para desacreditar la ciencia (Corner et al., 2012).

4. Análisis de resultados

Publ. 1: *Que no te la cuelen con supuestos aviones soltando ‘chemtrails’: con los rastreadores de vuelo puedes comprobar qué avión estás viendo pasar.*

- **Origen:** Aunque no se especifica en la web este bulo parece tener su origen en grupos sociales, difundiéndose principalmente a través de redes sociales y plataformas de mensajería como *Telegram*.
- **Motivación:** Ideológica y psicoemocional. El bulo está fundamentado en creencias que son contrarias a la evidencia científica y que pueden desmontarse mediante aplicaciones que permiten rastrear cualquier vuelo y conocer en tiempo real información sobre la nave, la ruta, velocidad y altitud. Por otra parte, la narrativa de los *chemtrails* juega con el miedo, la desconfianza y la preocupación por la salud pública y el medio ambiente.
- **Contenido:** El contenido de este bulo se ajusta claramente a la categoría de teorías conspirativas. Afirma, sin evidencia científica, que aviones específicos (comerciales camuflados, militares o mercenarios) están esparciendo deliberadamente sustancias químicas dañinas en la atmósfera con diversos fines dañinos. Este tipo de afirmaciones se basa en la interpretación errónea o manipulada de fenómenos naturales observables, como las estelas de condensación (*contrails*), y se sustenta en la falta de comprensión pública sobre las operaciones aeronáuticas y la meteorología. El bulo ignora la evidencia científica disponible y la información pública que desmiente tales afirmaciones, como los datos proporcionados por rastreadores de vuelo que demuestran la naturaleza y el propósito de los vuelos comerciales y militares.

Publ. 2: Bulos, narrativas y teorías de la conspiración sobre 'chemtrails' y fumigaciones.

- **Origen:** El bulo tiene su origen en plataformas sociales, como Internet, redes sociales y canales de *Telegram*.
- **Motivación:** Ideológica. El bulo se asienta en creencias que son contrarias a la evidencia científica con la pretensión de deslegitimar las políticas medioambientales y de salud pública mediante la desinformación.

La difusión de estos bulos está fuertemente motivada por aspectos psicoemocionales. Generan miedo, ansiedad y desconfianza hacia autoridades y procesos científicos, apelando a preocupaciones sobre la salud pública y el medio ambiente para captar la atención y provocar reacciones emocionales en el público.

- **Contenido:** El contenido central de estos bulos se enmarca en teorías conspirativas, que sugieren la existencia de programas secretos de fumigación química con fines malévolos y sin base científica comprobable. Estas teorías ignoran explicaciones científicas bien establecidas sobre fenómenos naturales como las estelas de condensación (*contrails*) producidas por aviones.

Las afirmaciones sobre *chemtrails* se basan en información científicamente falsa, como la naturaleza y los efectos de las sustancias supuestamente esparcidas. Expertos y estudios científicos han desmentido en numerosas ocasiones estas afirmaciones, señalando que las estelas observadas son resultado de procesos naturales de condensación y no implican la dispersión de químicos nocivos.

Los argumentos utilizados frecuentemente invocan falacias ecológicas, malinterpretando o distorsionando datos sobre fenómenos atmosféricos y climáticos para apoyar sus narrativas. De hecho, para dar verosimilitud a este tipo de bulos se recurre fundamentalmente a testimonios falsos. Pero también se invocan informes oficiales procedentes de los ministerios de asuntos exteriores de Noruega, Suecia y Polonia; la Unión Europea; o se muestran fotografías que suelen ir acompañadas de narrativas manipuladoras.

Imagen 1. Bulo sobre *chemtrails* y fumigaciones



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 3: No, estas declaraciones de un supuesto piloto de avioneta reconociendo en Twitter que le “ofrecieron esparcir chemtrails” no son reales

- **Origen:** social. Este bulo tiene un origen social, circulando ampliamente por redes sociales y canales de *Telegram*. La naturaleza de la plataforma y la forma de difusión implica que individuos o grupos sin autoridad institucional oficial son los responsables de compartir y propagar la información.
- **Motivación:** A pesar de que el supuesto piloto desmintió su testimonio asegurando que tenía carácter humorístico, el contenido del *post* fue ampliamente compartido y pudo ser aprovechada por individuos con una motivación ideológica buscando evidencias que respalden sus creencias.
- Otra posible motivación puede ser la psicoemocional. La historia fue diseñada para provocar una reacción emocional en el público, apelando a la preocupación por temas de salud y ambientales relacionados con la teoría de los *chemtrails*. El hecho de que el usuario que lo publicó posteriormente admitiera que era una broma subraya el objetivo de provocar una reacción o atención mediante el uso de un tema controvertido.
- **Contenido:** Este bulo se enmarca claramente dentro de las teorías conspirativas relacionadas con los *chemtrails*. Aunque la historia en sí no presenta directamente información científica falsa, la implicación de que los *chemtrails* son una práctica real y que los aviones son modificados para dispersar químicos secretamente es una distorsión de la ciencia, lo que convierte cualquier afirmación de su existencia en científicamente falsa.

Imagen 2. Bulo sobre *chemtrails*.



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 4: Cómo interpretar las imágenes de satélite que miden el dióxido de azufre en la atmósfera

- **Origen:** Social. La difusión de estos bulos se realiza a través de canales de mensajería instantánea (*Telegram* y *Whatsapp*) y de red social X.
- **Motivación:** La motivación es principalmente psicoemocional. Apela al miedo, la desconfianza hacia las autoridades y la preocupación por la manipulación ambiental y la salud pública. El objetivo es generar una reacción emocional que fortalezca las teorías conspirativas y promueva la desconfianza en la información científica oficial.
- También existe una fuerte motivación ideológica, para validar sus creencias sobre el supuesto control climático por entidades poderosas. La utilización de la imagen de un mapa para justificar la falta de lluvia por efecto de la fumigación son ideas muy relacionadas con el negacionismo climático.
- **Contenido:** Científico falso. Se utiliza la imagen de un mapa para otorgar legitimidad científica a la creencia de la fumigación malinterpretando los datos.
- El contenido basado en la malinterpretación de las imágenes de satélite es científicamente falso. Expertos y meteorólogos, como los de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), explican que estas herramientas están diseñadas para detectar fenómenos naturales como cenizas volcánicas y dióxido de azufre, no actividades de “fumigación” artificial.

Estas afirmaciones erróneas alimentan teorías conspirativas que sostienen que existe una manipulación deliberada y secreta del clima y el ambiente a través de medios químicos o tecnológicos avanzados, sin base científica comprobable.

Imagen 3. Bulo sobre fumigaciones



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 5: El bulo de la Unión Europea y los confinamientos climáticos para los países miembros que superen los niveles de contaminación

- **Origen:** Social. La autoría del bulo corresponde a la web ‘El Puntual 24H’ que se autodefine como un canal creado “por y para las personas amantes de la actualidad mundial”. En la red social X comparte diversas publicaciones relacionadas con la actualidad política y económica.
- **Motivación:** La afirmación falsa parece tener una motivación política, intentando provocar desconfianza o escepticismo hacia las políticas y medidas ambientales de la Unión Europea. Puede estar dirigida a socavar la credibilidad de las instituciones en su esfuerzo por combatir el cambio climático y mejorar la calidad del aire.
- Este tipo de bulos también pretenden generar reacciones psicoemocionales como el miedo o la ansiedad evocando la experiencia de los confinamientos por la pandemia del coronavirus y sugiriendo que podrían aplicarse medidas restrictivas similares en el contexto de la contaminación atmosférica.
- **Contenido:** La afirmación de que la Unión Europea está considerando “confinamientos climáticos” como sanción a los países que excedan los límites de contaminación es científicamente falsa. No existe ninguna propuesta oficial ni documentación que respalde esta afirmación, como confirman las verificaciones de fuentes oficiales.

Imagen 4. Bulo sobre “confinamientos climáticos”.



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 6: No, esta imagen no muestra “las aeronaves contaminantes” de los representantes que han acudido a la cumbre climática en Egipto o COP27: la foto circula al menos desde 2016.

- **Origen:** Este bulo se origina y propaga a través de redes sociales y canales de Telegram.
- **Motivación:** La motivación detrás de la difusión de este bulo parece ser psicoemocional, buscando provocar indignación, hipocresía percibida o desilusión entre el público respecto a los esfuerzos de los líderes mundiales en la lucha contra el cambio climático. La ironía implícita de “líderes que luchan contra el cambio climático llegando en aeronaves contaminantes” apunta a generar emociones fuertes como el enfado o la frustración.

También puede haber una motivación política, intentando minar la credibilidad o la legitimidad de las cumbres climáticas y las políticas medioambientales promovidas por los gobiernos y organizaciones internacionales.

- **Contenido:** Científico falso, aunque no se menciona directamente contenido científico, la implicación de que la reunión de líderes mundiales contribuye significativamente a la contaminación es engañosa, al asociar erróneamente una imagen antigua y no relacionada con la COP27.

Al presentar una imagen descontextualizada como evidencia, se promueve una narrativa que cuestiona la sinceridad de los esfuerzos contra el cambio climático, lo que puede conducir a una falacia ecológica.

Imagen 5. Bulo sobre aeronaves contaminantes



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 7: No, este vídeo no muestra la llegada de la calima a Las Norias de Daza (Almería): es Riad (Arabia Saudí).

- **Origen:** Este bulo tiene un origen social, difundiéndose ampliamente a través de plataformas de redes sociales como *Twitter* y *TikTok*. Muestra a cámara rápida la llegada de la calima a un pueblo de Andalucía como consecuencia de la calima sahariana procedente del norte de África.
- **Motivación:** La motivación del bulo parece ser principalmente psicoemocional. Al relacionar erróneamente el vídeo con un evento climático reciente en España, se busca generar un impacto emocional, como asombro o preocupación, sobre los efectos visuales dramáticos de fenómenos naturales.
- **Contenido:** Aunque el contenido del vídeo es auténtico en cuanto a que muestra una tormenta de arena, la afirmación de que fue grabado en Almería durante un episodio de calima sahariana es científicamente falsa. La verificación de la fuente original del vídeo demuestra que este fue grabado en un contexto y ubicación completamente distintos. La presentación errónea de la ubicación y fecha del vídeo conduce a una interpretación incorrecta del fenómeno natural observado.

Imagen 6. Bulo sobre calima



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 8: Polvo del Sáhara en la Comunidad Valenciana: de dónde proviene y a qué se debe este fenómeno.

- **Origen:** Este bulo se difunde principalmente a través de plataformas sociales como *Telegram*, indicando un origen social.
- **Motivación:** La principal motivación parece ser psicoemocional. La afirmación de que el polvo tiene “propiedades magnéticas” puede generar miedo, preocupación o asombro entre la población, especialmente en un contexto donde la salud pública y la calidad del aire son de gran preocupación. Este tipo de mensaje puede diseñarse para provocar una reacción emocional fuerte.
- **Contenido:** El contenido del bulo se basa en una interpretación científicamente falsa de un fenómeno natural. La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante han clarificado que el polvo observado es en realidad arena sahariana, un fenómeno meteorológico conocido que transporta polvo desde el desierto del Sáhara a través de masas de aire. No hay evidencia de que este polvo tenga propiedades magnéticas, lo que desmiente la base científica del bulo.

Imagen 7. Bulo sobre polvo magnético



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 9: No, esta imagen panorámica de Madrid “sin contaminación” no ha sido tomada durante el confinamiento por el coronavirus.

- **Origen:** Este bulo se origina y propaga a través de las redes sociales. Usuarios individuales comparten la imagen fuera de su contexto original, lo que indica un origen social de la desinformación. La imagen se sitúa cronológicamente en abril de 2020 coincidiendo con el confinamiento causado por la pandemia de coronavirus. Sin embargo, aunque la imagen es real, se publicó en la red social *Instagram* por otro usuario en abril de 2018 como él mismo denunció.
- **Motivación:** La principal motivación detrás de la difusión de este bulo parece ser psicoemocional, aunque en un sentido inverso al de los bulos analizados anteriormente puesto que en este, la utilización de la imagen fuera de su contexto para vincularla con el confinamiento por el coronavirus, busca provocar una reacción emotiva en el público, ya sea de esperanza, reflexión sobre el impacto ambiental de las actividades humanas o motivación para actuar contra el cambio climático tras la pandemia. De hecho, un análisis sobre el contenido discursivo que acompaña la fotografía en diferentes *posts* refuerza la idea de llamada a la acción (“tendremos”, “debemos”, “aprenderemos”).
- **Contenido:** Este bulo puede encuadrarse en la categoría de científico falso puesto que al afirmar que muestra una Madrid “libre de contaminación” como resultado directo del confinamiento por el coronavirus, tergiversa la realidad. Esta manipulación se basa en la premisa errónea de que la foto es actual y refleja efectos inmediatos del confinamiento, lo cual es científicamente falso dado que la imagen data de 2018.

Al relacionar erróneamente una mejora ambiental con el confinamiento sin evidencia concreta que apoye esta mejora en el momento específico que se indica, se incurre en una falacia ecológica.

Imagen 8. Bulos sobre Madrid sin contaminación.



Fuente: *Maldita.es*

Publ. 10: No, el humo que emiten las centrales nucleares no es contaminación: es vapor de agua.

- **Origen:** Este bulo proviene de un partido político, Unidas Podemos, lo cual lo clasifica bajo un origen institucional.
- **Motivación:** La motivación detrás de la publicación de estas imágenes parece ser ideológica, buscando promover una visión particular sobre la transición energética hacia fuentes más sostenibles y verdes. Al contrastar la energía nuclear con la eólica, se pretende subrayar una preferencia política por las energías renovables en lugar de las nucleares.
- También hay una componente psicoemocional, ya que la comparación entre “La Europa contaminante” y “La Europa verde” apela a emociones como la preocupación por el medio ambiente y el deseo de una sociedad más sostenible.
- **Contenido:** Científico falso: La afirmación implícita de que las “chimeneas” de las centrales nucleares emiten gases contaminantes es incorrecta. Como se aclara en la publicación, lo que se observa es vapor de agua, no gases nocivos o contaminantes. La energía nuclear, de hecho, no implica la combustión de materiales y, por lo tanto, no produce CO₂ ni otros gases contaminantes directamente en su operación.

Aunque el mensaje no se basa directamente en una teoría conspirativa, el uso de información visual mal interpretada o presentada de manera engañosa puede alimentar narrativas erróneas sobre la energía nuclear y su impacto ambiental.

Imagen 9. Bulo sobre centrales nucleares



Fuente: *Maldita.es*

5. Conclusiones

A partir del análisis de los 10 bulos podemos concluir, en relación con el primer objetivo de investigación, que la mayoría proceden de fuentes sociales, evidenciando que plataformas de redes sociales y aplicaciones de mensajería instantánea, como *Telegram* y *X*, constituyen los canales predominantes para la propagación de desinformación sobre calidad del aire. Solo en un caso el origen fue institucional. En todo caso, este hallazgo destaca la facilidad con que los contenidos no verificados pueden diseminarse y volverse virales en dichos entornos.

En cuanto al segundo objetivo, identificar la motivación que persiguen los autores que los propagan, se ha podido constatar que la motivación psicoemocional juega un papel crucial, recurriendo al miedo, ansiedad, indignación y otras emociones intensas para captar la atención y provocar reacciones en el público.

La motivación ideológica es igualmente destacable, particularmente en bulos que pretenden cuestionar o deslegitimar políticas medioambientales y esfuerzos contra el cambio climático. Esto indica que la desinformación frecuentemente se emplea como instrumento para promover agendas políticas o ideológicas específicas.

Finalmente, en lo que respecta al contenido, el análisis ha puesto de manifiesto que los bulos tienden a enmarcarse en teorías conspirativas, especialmente aquellos que implican a los *chemtrails* y supuestas operaciones de fumigación secretas. Esto refleja cómo se manipulan las preocupaciones ambientales y de salud pública para crear narrativas sin sustento científico.

Con frecuencia, los bulos incluyen información falsa desde el punto de vista científico, malinterpretando o fabricando datos para apoyar afirmaciones sin fundamento sobre la calidad del aire y otros temas medioambientales.

En menor medida, los bulos recurren a las falacias ecológicas, simplificando de manera excesiva o distorsionando la comprensión de fenómenos ambientales complejos, lo cual puede llevar a conclusiones erróneas sobre las causas y efectos relacionados con el medio ambiente.

Lo que revela este análisis, en definitiva, es la importancia de fomentar la alfabetización mediática y científica entre la ciudadanía como mecanismo de defensa contra la desinformación ambiental. Es urgente, por tanto, desarrollar habilidades críticas que permitan discernir entre información verificada y falacias, promoviendo así una cultura de escepticismo saludable y curiosidad intelectual. Las instituciones, los medios de comunicación y la ciudadanía deben unirse en el esfuerzo por elevar el nivel de comprensión pública sobre las cuestiones ambientales y promover un diálogo constructivo fundamentado en datos auténticos y ciencia fidedigna.

6. Referencias

- Amazeen, M. A. (2016). Checking the Fact-checkers in 2008: Predicting political ad scrutiny and assessing consistency. *Journal of Political Marketing*, 15(4), 433-464. <https://doi.org/10.1080/15377857.2014.959691>
- Bennett, W. L., & Livingston, S. (2018). The disinformation order: Disruptive communication and the decline of democratic institutions. *European Journal of Communication*, 33(2), 122-139. <https://doi.org/10.1177/0267323118760317>
- Björnberg, K. E., Karlsson, M., Gilek, M., & Hansson, S. O. (2017). Climate and environmental science denial: A review of the scientific literature published in 1990-2015. *Journal of Cleaner Production*, 167, 229-241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.066>
- Corner, A., Whitmarsh, L., & Xenias, D. (2012). Uncertainty, scepticism and attitudes towards climate change: biased assimilation and attitude polarisation. *Climatic Change*, 114(3-4), 463-478. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0424-6>
- Dockery, D. W., Pope, C. A., Xu, X., Spengler, J. D., Ware, J. H., Fay, M. E., Ferris, B. G., Jr., & Speizer, F. E. (1993). An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England Journal of Medicine*, 329(24), 1753-1759. <https://doi.org/10.1056/NEJM199312093292401>
- Dunlap, R. E., & Jacques, P. J. (2013). Climate change denial books and conservative think tanks: exploring the connection. *American Behavioral Scientist*, 57(6), 699-731. <http://doi.org/10.1177/0002764213477096>
- Farrell, J. (2016). Corporate funding and ideological polarization about climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 92-97. <https://doi.org/10.1073/pnas.1509433112>
- Graves, L. (2016). *Deciding what's true: The rise of political fact-checking in american journalism*. Columbia University Press.
- Hornsey, M. J., Harris, E. A., Bain, P. G., & Fielding, K. S. (2016). Meta-analyses of the determinants and outcomes of belief in climate change. *Nature Climate Change*, 6(6), 622-626. <https://doi.org/10.1038/nclimate2943>
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4^a ed.). Sage Publications.
- Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., & Cook, J. (2017). Beyond misinformation: understanding and coping with the “Post-Truth” Era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353-369. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008>
- Metzger, M. J., & Flanagin, A. J. (2015). Psychological approaches to credibility assessment online. En S. Shyam Sundar (Ed.). *The Handbook of the Psychology of Communication Technology* (445-466). Wiley Online Library. <https://doi.org/10.1002/9781118426456.ch20>
- Michaels, D. (2008). *Doubt is Their Product: How Industry's Assault on Science Threatens Your Health*. Oxford University Press.
- Oreskes, N., & Conway, E. M. (2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. Bloomsbury Press.
- Pennycook, G., & Rand, D. G. (2020). Fighting misinformation on social media using crowdsourced judgments of news source quality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(7), 2521-2526. <https://doi.org/10.1073/pnas.1806781116>
- Starbird, K. (2019). Disinformation's spread: Bots, trolls and all of us. *Nature*, 571(449). <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02235-x>
- Tandoc, E. C., Lim, Z. W., & Ling, R. (2018). Defining “Fake News”: A typology of scholarly definitions. *Digital Journalism*, 6(2), 137-153. <https://doi.org/10.1080/21670811.2017.1360143>
- Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151. <http://doi.org/10.1126/science.aap9559>

- Wardle, C. (16 de febrero de 2017). Fake news. It's complicated. *First Draft News*. Disponible en: <https://firstdraftnews.org/articles/fake-news-complicated/>
- Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). Information disorder: toward an interdisciplinary framework for research and policy making. *Council of Europe report*, DGI(2017)09. Disponible en: <https://edoc.coe.int/en/media/7495-information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-research-and-policy-making.html>

