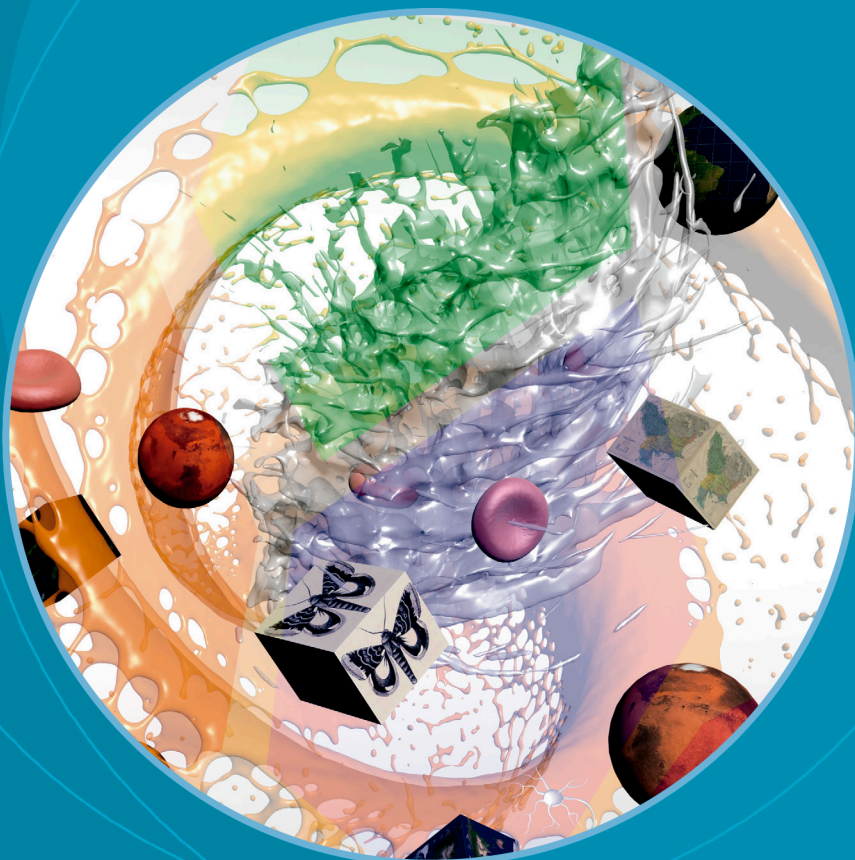


Comunicar la ciencia

*Guía para una comunicación eficiente
y responsable de la investigación
e innovación científica*



COMUNICACIÓN

**Manuel Gértrudix Barrio
y Mario Rajas Fernández (coords.)**

gedisa
editorial

Manuel Gértrudix Barrio y Mario Rajas
Fernández (*Eds.*)

COMUNICAR LA CIENCIA

Guía para una comunicación
eficiente y responsable
de la investigación
e innovación científica

C O M U N I C A C I Ó N

C O M U N I C A C I Ó N

- Itinerarios y formas del ensayo audiovisual*** NORBERTO MÍNGUEZ (ED.)
- Narrativas transmediales*** DOMINGO SÁNCHEZ-MESA (ED.)
La metamorfosis del relato en los nuevos medios digitales
- Comunicar y educar en el mundo que viene*** ROBERTO APARICI Y DAVID GARCÍA MARÍN
- La divulgación científica*** AGUSTÍN VIVAS MORENO, DANIEL MARTÍN
Estructuras y prácticas en las universidades PENA Y MACARENA PAREJO CUÉLLAR
- La radio universitaria*** AGUSTÍN VIVAS MORENO, DANIEL MARTÍN
Gestión de la información, análisis y modelos de organización PENA Y MACARENA PAREJO CUÉLLAR
- Entre selfies y whatsapps*** MIGUEL ÁNGEL CASADO, ESTEFANÍA
Oportunidades y riesgos para la infancia y la adolescencia conectada JIMÉNEZ Y MAIALEN GARMENDIA
- Tendencias en comunicación*** RAMÓN ZALLO ELGEZABAL
Cultura digital y poder
- Serious Games for Health*** YURI QUINTANA Y ÓSCAR GARCÍA
Mejora tu salud jugando
- La educación mediática en la universidad española*** JOAN FERRÉS PRATS
Y MARIA-JOSE MASANET (EDS.)
- Niños y jóvenes ante las redes y pantallas*** M.^a AMOR PÉREZ-RODRÍGUEZ, ÁGUEDA
DELGADO-PONCE, ROSA GARCÍA-RUIZ
Y M.^a CARMEN CALDEIRO
- Cultura Transmedia*** HENRY JENKINS, SAM FORD
Y JOSHUA GREEN
- Periodismo y nuevos medios*** SANTIAGO MARTÍNEZ ARIAS
Perspectivas y retos Y JOAQUÍN SOTELO GONZÁLEZ
- La construcción de personajes audiovisuales*** JOSÉ LUIS VALHONDO CREGO
Habilidades informativas Y AGUSTÍN VIVAS MORENO
- Mediaciones ubicuas*** JUAN MIGUEL AGUADO
Ecosistema móvil, gestión de identidad y nuevo espacio público
- La comunicación audiovisual en tiempos de pandemia*** ENRIQUE BUSTAMANTE
MIQUEL FRANCÉS
GUILLERMO OROZCO (COORDS.)

COMUNICAR LA CIENCIA

Guía para una comunicación
eficiente y responsable
de la investigación
e innovación científica

Manuel Gértrudix Barrio y Mario
Rajas Fernández (*Eds.*)

Miguel Baños González; Sergio Álvarez García;
Joaquín de Aguilera; Cristóbal Fernández Muñoz;
Manuel Gértrudix Barrio; María del Carmen Gálvez
de la Cuesta; Alejandro Carbonell-Alcocer; Claudia
Martín-Carnerero Lara; Hernando Gómez Gómez;
Ernesto Taborda-Hernández; Mario Rajas Fernández;
María Bastida; Juan Romero-Luis; José Luis Rubio
Tamayo; Alberto Sánchez Acedo; María del Carmen
Gertrudis; Francisco García García; Francisco José Gil
Ruiz; Ángeles Fernández Martínez; Francisco Javier
Pérez Martínez

© Manuel Gértrudix Barrio y Mario Rajas Fernández y los autores, 2021

© Ilustración de cubierta: José Luis Rubio Tamayo

Montaje de cubierta: Juan Pablo Venditti

Primera edición: mayo 2021

Derechos reservados para todas las ediciones en castellano

© Editorial Gedisa, S.A.
www.gedisa.com

Preimpresión: Fotocomposición gama, sl

ISBN: 978-84-18525-73-5
Depósito legal: B 7001-2021

Impreso en

Impreso en España
Printed in Spain

Queda prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio de impresión, en forma idéntica, extractada o modificada, en castellano o en cualquier otro idioma.

Trabajo realizado en el marco del proyecto Comciencia, Comunicación eficaz, eficiente y responsable para proyectos de investigación competitivos (CSO2017-82875-C2-1-R), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO), Agencia Estatal de Investigación (AEI) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y el proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344), financiado por la Comunidad de Madrid y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Índice

Introducción	23
--------------------	----

PARTE 1 **Cómo establecer la estrategia** **y planificar la comunicación**

1. Conectar con los públicos de la ciencia	33
1.1. Introducción	34
1.2. La ciencia y nuestra capacidad de atención	35
1.3. A quién le interesa la ciencia	38
1.3.1. Quién entiende los textos científicos	39
1.3.2. Todo comienza por saber lo que queremos conseguir	40
1.4. Quién es el público de los textos científicos	42
1.5. Dónde nos encontraremos con ese público	45
1.6. Conclusiones	47
1.7. Referencias	49
2. Elaborar un plan integral para comunicar los resultados de investigación	51
2.1. Introducción	52
2.2. Comunicación científica estratégica	53
2.2.1. Justificación de la comunicación estratégica en proyectos de investigación	53
2.2.2. Planificación de la comunicación científica: experiencias	55
2.3. Comunicar la investigación científica: cinco preguntas para un plan	56

2.4.	¿A quién puede interesarle nuestra investigación y para qué?	59
2.4.1.	Definir los objetivos de comunicación.	60
2.4.2.	Identificar los públicos	61
2.4.3.	Resultado: el mapa de públicos-objetivo.	61
2.5.	¿Qué vamos a contar de nuestro proyecto de investigación?	62
2.5.1.	Identificar los contenidos de la comunicación	62
2.5.2.	Seleccionar las ideas-fuerza y los mensajes clave	62
2.5.3.	Establecer el estilo.	63
2.5.4.	Resultado: el libro de estilo y argumentario	64
2.6.	¿A través de qué acciones es más eficiente hacer llegar nuestros resultados y mensajes?	65
2.6.1.	Identificar escenarios	65
2.6.2.	Seleccionar acciones.	66
2.6.3.	Resultado: el <i>briefing</i>	67
2.7.	¿Qué canales y medios vamos a utilizar para comunicarnos con nuestros públicos-objetivo?	68
2.7.1.	Seleccionar canales y medios	68
2.7.2.	Resultado: el plan de acción	70
2.8.	¿Cuándo vamos a comunicar y cuánto nos va a costar?	70
2.8.1.	Programar el calendario	70
2.8.2.	Resultado: cronograma y presupuesto	71
2.9.	Conclusiones	71
2.10.	Referencias.	72
3.	Diseñar una estrategia de <i>marketing</i> de contenidos científicos	75
3.1.	Introducción.	76
3.2.	La comunicación científica para las generaciones <i>millennial</i> y <i>Z</i>	77
3.3.	El <i>marketing</i> de contenidos.	82
3.3.1.	Naturaleza y concepto.	82
3.3.2.	Formatos	83
3.4.	Desarrollando una estrategia de <i>marketing</i> de contenidos científicos y tecnológicos.	85
3.4.1.	Definición de objetivos.	85

3.4.2.	Auditoría de activos y de iniciativas.	86
3.4.3.	Identificación de la audiencia objetivo	88
3.4.4.	El proceso de creación del contenido.	90
3.4.5.	La distribución de contenido y la medición de resultados	93
3.5.	Conclusiones	96
3.6.	Referencias.	97
4.	Posicionar los contenidos web de la comunicación científica .	101
4.1.	Introducción.	101
4.2.	La importancia de los buscadores.	102
4.3.	Cómo funcionan los buscadores	105
4.4.	Qué es el SEO	107
4.4.1.	La importancia de las palabras clave y las técnicas de SEO.	109
4.4.2.	SEO y SEM	112
4.4.3.	Escribir para SEO.	113
4.4.4.	Búsquedas por voz	115
4.5.	Conclusiones	116
4.6.	Referencias.	118
5.	Medir la eficacia de la comunicación científica	121
5.1.	Introducción.	122
5.2.	Planteamientos conceptuales: medir para ser más eficaces	123
5.2.1.	Por qué es importante la medición de resultados e impacto en el plan de comunicación del proyecto.	124
5.2.2.	A qué nos referimos con «impacto»	126
5.2.3.	Cómo medimos los resultados y el impacto .	127
5.2.4.	Cómo trazamos el impacto	129
5.3.	Acciones prácticas para desarrollar una estrategia de evaluación del impacto.	131
5.3.1.	Primer paso: establecer objetivos SMART . .	131
5.3.2.	Segundo paso: evaluar qué dimensiones de evaluación se utilizarán	132
5.3.3.	Tercer paso: definir los KPI	136
5.4.	Acciones prácticas para mejorar la trazabilidad de los resultados y el impacto	139
5.4.1.	Primer paso: seleccionar los identificadores persistentes	139

5.4.2.	Segundo paso: incorporar el identificador persistente en los artículos	141
5.5.	Conclusiones	142
5.6.	Referencias.	144

PARTE 2

Cómo seleccionar los canales y elaborar los contenidos

6.	Comunicar la ciencia en las redes sociales	151
6.1.	Introducción.	151
6.2.	La progresión de las redes sociales en la comunicación científica	153
6.2.1.	Redes sociales y comunicación de la ciencia ¿para tod@s?.	153
6.2.2.	La realidad de los usos de las redes sociales en la comunicación científica institucional.	155
6.3.	El valor de la comunicación científica en redes sociales	159
6.3.1.	El sentido de comunicar ciencia en redes sociales para los investigadores	159
6.3.2.	El éxito de la comunicación de la ciencia en redes sociales: divulgadores e <i>influencers</i>	161
6.4.	Definir y planificar la acción comunicativa	163
6.5.	Cómo actuar en cada red social a la hora de comunicar ciencia	165
6.5.1.	Recomendaciones para la comunicación científica a través de Twitter	165
6.5.2.	Recomendaciones para la comunicación científica a través de Facebook	166
6.5.3.	Recomendaciones para la comunicación científica a través de LinkedIn	166
6.5.4.	Recomendaciones para la comunicación científica a través de Instagram	167
6.5.5.	Recomendaciones para la comunicación científica a través de YouTube	167
6.6.	Conclusiones	168
6.7.	Referencias.	169

7.	Comunicar la ciencia con infografías y animaciones	173
7.1.	Introducción	174
7.2.	Nuevas formas de comunicar ciencia	175
7.3.	El lenguaje visual	178
7.4.	Infografías e imágenes	181
7.4.1.	Pasos para la creación de infografías e imágenes	183
7.4.2.	Aplicaciones de las infografías e imágenes .	184
7.5.	Animaciones	186
7.5.1.	Pasos para la creación de un <i>motion</i> <i>graphic</i>	187
7.5.2.	Aplicaciones de los <i>motion graphics</i>	190
7.6.	Conclusiones	190
7.7.	Referencias	193
8.	Comunicar la ciencia con fotografías	197
8.1.	Introducción	197
8.2.	Narrativa visual para la demostración de las teorías científicas	199
8.3.	Tradición retratista para la eficacia comunicativa . .	205
8.4.	Fotografía científica de última generación	213
8.5.	Conclusiones	217
8.6.	Referencias	218
9.	Comunicar la ciencia con vídeos	221
9.1.	Introducción	222
9.2.	Vídeo científico y comunicación eficaz	224
9.2.1.	Comunicación eficaz: estrategias, canales, propósito	225
9.2.2.	Datos en la red	226
9.3.	Propuestas narrativas aplicadas	227
9.3.1.	Estructuras narrativas	228
9.3.2.	Realización	230
9.4.	Conclusiones	233
9.5.	Referencias	235
10.	Comunicar la ciencia en YouTube	237
10.1.	Introducción	238
10.2.	YouTube científico: laboratorio audiovisual	240
10.3.	Formato de vídeo científico en YouTube	243
10.3.1.	Vlog	244
10.3.2.	Animación	246

10.3.3.	Reportaje	247
10.3.4.	Grabación de pantalla o <i>screencast</i>	249
10.3.5.	<i>Unboxing</i>	249
10.3.6.	Tutorial.....	250
10.3.7.	Entrevista y debate	250
10.3.8.	Actividades en directo	251
10.3.9.	Ficcionales	252
10.3.10.	Formatos nativos	253
10.3.11.	Recomendaciones para crear y difundir vídeos científicos	253
10.4.	Conclusiones	256
10.5.	Referencias.....	257
11.	Comunicar la ciencia con productos multimedia interactivos.....	261
11.1.	Introducción.....	262
11.2.	Comunicación científica hacia el producto multimedia.....	264
11.3.	El producto multimedia	264
11.4.	La interactividad en el producto multimedia	266
11.5.	Videoartículo interactivo, proyecto piloto	268
11.6.	Vídeo en 360 grados interactivo	270
11.7.	Proceso de producción de un artículo multimedia interactivo	273
11.8.	Conclusiones	275
11.9.	Referencias.....	276
12.	Comunicar la Ciencia con Tecnologías Interactivas e Inmersivas y Gráficos Computacionales 3D.....	279
12.1.	Introducción.....	280
12.2.	Contexto: la realidad extendida como medio	281
12.3.	Colaboración entre realidad extendida y ciencia....	284
12.4.	Realidad extendida y comunicación científica: hacia la propuesta de modelos	287
12.4.1.	Factores de viabilidad de un producto multimedia.....	287
12.4.2.	El flujo de información y divulgación: niveles de divulgación para desarrollo de contenidos.....	291
12.5.	Conclusiones	296
12.6.	Referencias.....	297

13.	Comunicar la ciencia con vídeos 360°	301
13.1.	Introducción	302
13.2.	Comunicación inmersiva y vídeo 360°	303
13.3.	Experiencias inmersivas para la comunicación científica	306
13.3.1.	Contexto audiovisual inmersivo	306
13.3.2.	Principales características de los relatos inmersivos basados en el uso de la tecnología 360°	307
13.3.3.	Aplicaciones comunicativas generales de la tecnología 360°	307
13.3.4.	Aplicación de la tecnología 360° a la comunicación científica	308
13.4.	Cómo desarrollar un vídeo 360°	310
13.4.1.	Preproducción	311
13.4.2.	Producción y grabación	311
13.4.3.	Posproducción	314
13.5.	Conclusiones	315
13.6.	Referencias	316

PARTE 3

Comprender el contexto.

Para qué y a quién comunicamos

14.	La comunicación científica en las políticas, planes y convocatorias de investigación	323
14.1.	Introducción	324
14.2.	De los orígenes al Quinto Programa Marco de investigación, desarrollo tecnológico y demostración	325
14.3.	El Sexto Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2002-2006): «Ciencia y sociedad»	330
14.3.1.	Eurobarómetro <i>European, Science and Technology</i>	331
14.3.2.	Ciencia y sociedad	332
14.4.	El Séptimo Programa Marco (2007-2013): Ciencia en Sociedad	335
14.4.1.	Difusión medible del conocimiento científico	336
14.4.2.	Ciencia en sociedad	336

14.5.	Horizonte 2020 (2014-2020): ciencia con y para la sociedad	338
14.5.1.	Ciencia e innovación responsable	338
14.5.2.	Ciencia con y para la sociedad	339
14.5.3.	Comunicación científica y difusión	340
14.6.	Horizonte Europa. El nuevo programa para 2021-2027	341
14.7.	Conclusiones	341
14.8.	Referencias.	343
15.	Desarrollar una comunicación científica ética	347
15.1.	Introducción.	348
15.2.	Ciencia y ética	349
15.3.	Comunicación de la ciencia y ética	355
15.4.	Obligaciones pragmáticas	363
15.4.1.	Obligaciones pragmáticas del científico	363
15.4.2.	Obligaciones pragmáticas del comunicador	364
15.4.3.	Obligaciones pragmáticas del receptor.	365
15.5.	Conclusiones	365
15.6.	Casos prácticos	367
15.7.	Referencias.	368
16.	Formar a los comunicadores científicos	373
16.1.	Introducción.	374
16.2.	COVID-19: el desafío de la comunicación	375
16.3.	Alerta de la Johns Hopkins: hay que comunicar más y mejor	379
16.4.	Papel de las UCC+i.	380
16.5.	Una apuesta de la UE	386
16.6.	La formación de comunicadores en ciencia y tecnología	388
16.7.	La necesidad de un proyecto nacional de formación de comunicadores en ciencia y tecnología	391
16.8.	Conclusiones	394
16.9.	Referencias.	396

Índice de figuras y tablas

Figura 1. Esquema de la planificación de la comunicación de un proyecto de investigación.	58
Figura 2. Percepción sobre el nivel de educación científica y técnica recibido	79
Figura 3. Interés por la ciencia y la tecnología según sexo y edad	80
Figura 4. Ejemplo de plantilla para auditoría de contenidos de Hubspot.	87
Figura 5. Ilustración ejemplo de <i>reader persona</i>	89
Figura 6. Ejemplo de calendario editorial de Hubspot	92
Figura 7. Esquema del sistema de conjunto de contenidos (<i>topic cluster</i>) de Hubspot	94
Figura 8. Nueve KPI generales en Horizon Europe	135
Figura 9. Pasos para medir el ROI del plan de comunicación de un proyecto.	137
Figura 10. Ficha de resultados del buscador GRID	140
Figura 11. Funcionamiento de <i>Funder Registry</i>	141
Figura 12. Facebook de la UCCi de la Universidad de Cádiz	156
Figura 13. Twitter de la UCC+i de la Universitat de Barcelona	156
Figura 14. Twitter de la UCCi de la Universidad Rey Juan Carlos	157
Figura 15. Instagram de la Universidad Complutense . . .	157

Figura 16. Portada de la <i>Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador</i>	160
Figura 17. Adaptación textual a infografía	183
Figura 18. Actividades forestales. Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para obtener productos químicos de interés	187
Figura 19. Ejemplo de <i>storyboard</i>	189
Figura 20. Áreas de transferencia del conocimiento.	192
Figura 21. Figuras antropomórficas en sur de Sulawesi, Indonesia	201
Figura 22. Primera imagen del agujero negro central de la galaxia Messier 87: anillo de fotones doblados por su gravedad (desierto de Atacama [Chile], Estados Unidos, México, España y en el Polo Sur)	203
Figura 23. Escala de grises: representación de la evidencia científica en la historia	204
Figura 24. (Izquierda) Merian, M. S. (1702). Grape Vine with Vine Sphinx Moth and Satellite Sphinx Moth [Ilustración]. (Derecha) Merian, M. S. (1702). Branch of West Indian Cherry with Achilles Morpho Butterfly [ilustración]	206
Figura 25. Merian, M. S. (1705). <i>Metamorphosis insectorum Surinamensium</i> [cubierta de libro e ilustraciones del interior]	207
Figura 26. Ehret, G. (1736). Clasificación sistemática de especies de plantas en <i>Systema Naturae</i> por Carl Linnaeus [acuarela]	207
Figura 27. (Izquierda) Röntgen, W. (1895). Fotografía de la mano de la mujer de Röntgen, negativo rayos X. (Central) Radiografía sin título de los dientes, rayos X. (Derecha) Radiografía sin título de un alfiler en cuerpo infantil, rayos X	208
Figura 28. (Izquierda) Nilsson, L. (1965). Portada revista <i>LIFE</i> «Drama of life before birth» [fotografía endoscópica]. (Derecha) Nilsson, L. (1965). Feto, dieciséis semanas, serie 'A Child Is Born' [fotografía endoscópica].	209

Figura 29. [A] Microscopia de campo brillante, diferencial de contraste de interferencia y contraste de fase. [B, C, D] Microscopia de campo brillante, diferencial de contraste de interferencia y contraste de fase	211
Figura 30. Microscopia de fluorescencia	212
Figura 31. (Izquierda) Microscopia confocal. (Derecha) Componentes y comportamiento del microscopio confocal	213
Figura 32. (Izquierda) COVID-19 y el virus que la causa (SARS-CoV-2). Microscopia electrónica de barrido. (Central) Transmisión de partículas del virus SARS-CoV-2, aislada de un paciente [micrografía electrónica mostrando. (Derecha) SARS-CoV-2 (formaciones violáceas) derivadas de células cultivadas en el laboratorio. Microscopia electrónica de barrido	214
Figura 33. Imagen tomada por el telescopio espacial Hubble de la nebulosa de la vela (restos de la explosión de una estrella masiva, tras 8.000 años	215
Figura 34. Estructura narrativa	229
Figura 35. Fotogramas de los vídeos Chernobyl-What It's Like Today. Fuente: canal de YouTube «Veritasium»; 7 Things We Don't Know About the Ocean.	245
Figura 36. Fotograma del vídeo <i>Por qué los agujeros negros podrían borrar el universo – La paradoja de la información</i>	247
Figura 37. Capturas de los vídeos <i>Using Minecraft as an Educational Tool</i>	248
Figura 38. Fotograma del vídeo <i>How to Build a Presentation in Sway-Microsoft Sway Tutorials</i>	249
Figura 39. Fotograma del vídeo <i>Bullet Ant Venom</i>	251
Figura 40. Fotograma del vídeo <i>Por qué la Astrología «Funciona»</i>	252
Figura 41. Diagrama con la estructura de contenido de la película <i>Black Mirror: Bandersnatch</i> en función de las decisiones del espectador	267
Figura 42. Estructura del contenido del videoartículo multimedia interactivo donde se muestran las	

diferentes secciones que corresponden al contenido mostrado en formato vídeo	268
Figura 43. Botones de navegación entre las diferentes secciones y de acceso a información adicional del videoartículo multimedia interactivo	269
Figura 44. Ventana de información que aparece al presionar algún botón de información adicional	270
Figura 45. Diagrama de contenidos del vídeo 360 multimedia interactivo	271
Figura 46. Secuencia 1: Sala Rudolf [Vídeo 1A-360] del vídeo 360° multimedia interactivo	272
Figura 47. Ficha Texto: Nevera [F1A-2] del vídeo 360° multimedia interactivo	272
Figura 48. Proceso de producción del videoartículo multimedia interactivo y del vídeo 360 grados interactivo	273
Figura 49. Desglose de iteraciones de la fase de elaboración del guion multimedia	274
Figura 50. Representación visual de la propuesta taxonómica de las categorías que incluirían la realidad extendida	283
Figura 51. Representación visual del flujo de información en el contexto del desarrollo del conocimiento científico. .	292
Figura 52. Representación tridimensional del virus VIH, de las artistas científicas Janet Iwasa y Grace Hsu . . .	293
Figura 53. Representación tridimensional a partir de un modelo de tomografía axial computarizada o TAC	294
Figura 54. Ejemplo de laboratorio virtual o <i>Virtual Lab</i> . .	296
Figura 55. Diferencia en los campos de visión	304
Figura 56. Visión equirrectangular de la Tierra. Ejemplo común de un plano equirrectangular	313
Figura 57. Tipos de formato de vídeo 360°	314
Figura 58. La opinión pública sobre investigación en ciencia y tecnología (1977-1989)	328
Figura 59. Sitio web del programa «Innovation» del 4PM. .	329
Figura 60. La opinión pública sobre investigación en ciencia y tecnología (2001-2005)	334

Figura 61. Sitio web del programa «Ciencia en Sociedad».. 337

Figura 62. Agentes de la comunicación científica y sus
obligaciones pragmáticas..... 366

Tabla 1. Mapa de públicos-objetivo 62

Tabla 2. Modelo de argumentario 64

Tabla 3. Factores analizados para evaluar la potencial
viabilidad de un producto multimedia 290

Introducción

*Manuel Gértrudix Barrio. Profesor
Titular, Universidad Rey Juan Carlos y
Mario Rajas Fernández. Profesor Titular,
Universidad Rey Juan Carlos*

Comunicar la ciencia es más necesario que nunca. La actual gobernanza científica basada en Investigación e Innovación Responsable (RRI) busca conectar a la sociedad con el conocimiento científico-tecnológico para que sea parte activa en su definición, desarrollo y validación social. Comprometer a la sociedad requiere que ésta comprenda de forma adecuada no sólo los resultados de las investigaciones sino, sobre todo, la importancia socioeconómica de esta actividad.

Los programas europeos de investigación e innovación H2020 y Horizon Europe, la Ley de la Ciencia o la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 consideran la comunicación de los proyectos de investigación como un activo esencial en la definición y elaboración de los proyectos. ¿Pero cómo se puede comunicar de forma eficaz y eficiente la investigación y la innovación científica?

Este libro, resultado de la actividad del Observatorio de Comunicación científica coordinado por el Grupo de investigación Ciberimaginario de la Universidad Rey Juan Carlos, ofrece al lector una visión práctica sobre la estrategia, la metodología y las técnicas que deben aplicarse para realizar una comunicación, divulga-

ción y diseminación científica integral y eficiente de los proyectos de investigación e innovación financiados a través de convocatorias competitivas europeas o nacionales. Su objetivo es ayudar a mejorar los procesos de comunicación de los proyectos para contribuir al necesario diálogo entre los múltiples actores involucrados, favoreciendo el conocimiento de una ciudadanía comprometida con los alcances de la innovación y la investigación.

El libro se estructura en tres partes. La primera comienza analizando los públicos de la ciencia para adentrarse en las estrategias y técnicas de comunicación que pueden aplicarse en un proyecto de investigación para comunicar eficazmente. La segunda ofrece pautas prácticas sobre la utilización de diferentes productos, formatos y géneros audiovisuales aplicados a la comunicación científica. La tercera analiza el contexto en el que se realiza la comunicación de los proyectos de investigación mediante una revisión de los requisitos que establecen las políticas, planes y convocatorias de proyectos para el desarrollo de los Planes de Explotación y Difusión de Resultados, y las consideraciones éticas y el papel de los investigadores como agentes principales de la divulgación.

Cada capítulo comienza con un apartado de ideas clave que sintetiza el contenido mediante una serie de recomendaciones aplicables para cada aspecto de la comunicación científica tratado. La introducción contextualiza cada tema para que el lector pueda conocer los objetivos del capítulo, su alcance y enfoque, y para qué puede servirle desde el punto de vista de la comunicación científica. Seguidamente, se sitúa brevemente el estado de la cuestión del tema para pasar a las aplicaciones, casos y ejemplos, o propuestas prácticas, según el caso, y se finaliza con un apartado de conclusiones y un listado de referencias bibliográficas que permitirán ampliar el conocimiento de cada aspecto.

El capítulo «Conectar con los públicos de la ciencia» inicia la primera parte del libro. En él se reflexiona sobre qué demandan los públicos de la ciencia y la tecnología y cómo podemos ser más eficaces elaborando mensajes que se enlacen con sus intereses. Miguel Baños analiza los factores fundamentales que debemos tener en cuenta para lograr una comunicación eficaz consideran-

do que la cuestión no es saber si a la gente le interesa la ciencia, sino llegar a conocer a quién le interesa realmente cada uno de los contenidos científicos. Esto supone plantear estas comunicaciones siguiendo los pasos que desarrollan las marcas comerciales, planificando y desarrollando estrategias en las que el punto de partida sea una precisa segmentación de los públicos.

«Elaborar un plan integral para comunicar los resultados de investigación», ofrece las pautas para diseñar de manera eficiente un plan integral para comunicar los resultados de la investigación, estableciendo los pasos y los recursos necesarios para ello. Sergio Álvarez García plantea cómo llevar a cabo una planificación integral y continua, que comience con la primera tarea de investigación y llegue hasta la consecución del último resultado, que comprenda tanto los procesos como los alcances; una identificación clara y segmentada de las audiencias y de cómo lo que investigamos puede interesarles y serles útil; y un diseño riguroso de qué necesitamos decir y hacer, y de cómo, dónde y cuándo decirlo y hacerlo.

Diseñar una estrategia de *marketing* de contenidos científicos detalla cómo sacar partido a esta técnica no intrusiva de distribución de contenido para llegar a las audiencias que se encuentran más alejadas de los fenómenos científicos, y, especialmente, para los jóvenes de las generaciones Millennial y Z. Joaquín de Aguilera aborda de manera aplicada tres aspectos fundamentales de la comunicación científica basada en contenidos: las audiencias, los objetivos y las técnicas y canales, ofreciendo ideas prácticas para atraer a esta audiencia y lograr la parte alta del embudo (*funnel*): conocimiento, tráfico y generación de *leads*.

«Posicionar los contenidos web de la comunicación científica» analiza la función que el posicionamiento web tiene en la difusión y emplazamiento de los contenidos científicos publicados a través de medios propios digitales, considerando la web de la entidad o proyecto como punto central de esta estrategia. Cristóbal Fernández Muñoz muestra cómo utilizar las técnicas de SEO para contribuir a mejorar la difusión de los proyectos. El objetivo es que los contenidos propios en internet puedan aparecer en los primeros resultados de las búsquedas de los usuarios en los ám-

bitos de interés. Para ello, aborda cómo trabajar la indexabilidad a la web para que el contenido y los enlaces que en ella figuran puedan ser leídos por los buscadores.

«Medir la eficacia de la comunicación científica» analiza la importancia que para las convocatorias de proyectos de investigación tiene definir el impacto que tendrán sus planes de comunicación y divulgación. Manuel Gértrudix Barrio explica cómo desarrollar una estrategia de medición de la eficacia de la comunicación científica desde el diseño del plan con el fin de poder evaluar adecuadamente el logro de los objetivos definidos en el proyecto, y trasladar los resultados en los informes que deben entregarse a los financiadores de éste. Nos introduce en cómo elaborar los indicadores de rendimiento —KPIs— que permitirán conocer en qué medida se cumplen los objetivos previstos y tomar decisiones informadas sobre el desarrollo de las acciones de comunicación.

La segunda parte del libro arranca con el capítulo «Comunicar la ciencia en las redes sociales» que evalúa la importancia del *Social Media* en la estrategia de comunicación de los proyectos de investigación y aporta un conjunto de recomendaciones para aprovechar su potencial. María del Carmen Gálvez plantea las líneas fundamentales de la aplicación del *Social Media* a la comunicación y difusión de los proyectos en el marco del Programa H2020, con una especial incidencia en la identificación de las audiencias, la medición de los impactos, y el uso apropiado del contenido, tono y estilo del mensaje. A partir de ello, plantea cómo aprovechar los distintos medios sociales (blogs, Instagram, Twitter, YouTube,...), considerando de forma especial la producción de información gráfica o audiovisual de corta duración, en la línea del *attention spam* de la Generación Z.

«Comunicar la ciencia con infografías y animaciones» analiza la utilidad de estos recursos para producir contenido especializado dirigido tanto al público generalista como a la comunidad científica. Alejandro Carbonell-Alcocer y Claudia Martín presentan algunas de las herramientas y técnicas para generar estos productos de comunicación y divulgación científica en un proyecto de investigación, mostrando sus características, ventajas y el proceso a seguir para obtener el mejor resultado.

«Comunicar la ciencia con fotografías» reflexiona sobre la fuerza de las imágenes sobre las palabras en la comunicación científica y la capacidad de éstas para acelerar la comprensión de los conceptos científico-tecnológicos. Hernando Gómez no sólo muestra el valor de la fotografía científica sino que se adentra en las últimas tecnologías de procesamiento de imágenes como la fotografía microscópica, la difracción de rayos X o incluso la fotografía estroboscópica.

«Comunicar la ciencia con vídeos» nos muestra las etapas que debemos desarrollar para la elaboración de vídeos científicos: el diseño de la estructura narrativa, la realización del material audiovisual mediante una adecuada planificación y el uso de las herramientas adecuadas propias del lenguaje audiovisual, y la difusión a través de los canales adecuados buscando la eficacia comunicacional para poder captar al mayor número de espectadores. Ernesto Taborda trata también la importancia de los vídeos científicos/educativos en las plataformas digitales y cómo aprovechar la oportunidad que éstas representan tanto para las instituciones como para los científicos.

«Comunicar la ciencia en YouTube» profundiza en este enfoque analizando cómo aprovechar las plataformas de vídeo en *streaming* como YouTube para la difusión de contenidos científicos. A partir del análisis de la difusión de vídeos científicos en YouTube, María Bastida y Mario Rajas plantean un catálogo de ideas tecnológicas, narrativas y estéticas para producir y compartir vídeos científicos eficaces y exitosos en ese laboratorio universal que es YouTube.

«Comunicar la ciencia con productos multimedia interactivos» ofrece recursos para aprovechar las opciones interactivas de los recursos y productos multimedia de comunicación científico-tecnológica con el fin de lograr un mayor impacto. Juan Romero-Luis ofrece una guía introductoria al concepto de producto multimedia interactivo para la comunicación científica ilustrando sobre los pasos a dar para crear este tipo de productos.

«Comunicar la Ciencia con Tecnologías Interactivas e Inmersivas y Gráficos Computaciones 3D» nos acerca a los últimos avances y aplicaciones de las tecnologías de carácter interactivo

e inmersivo y su utilización en la comunicación y divulgación científica. José Luis Rubio Tamayo analiza la aplicación de la realidad extendida para la representación del conocimiento científico de cara a su divulgación, planteando una serie de categorizaciones que permitan optimizar la representación de la información generada en el campo científico, con el fin de desarrollar mecanismos innovadores y efectivos de divulgación.

El capítulo «Comunicar la ciencia con vídeos 360°» cierra el segundo bloque y muestra las aplicaciones de este novedoso formato audiovisual en el ámbito científico. Alberto Sánchez y Manuel Gértrudix nos introducen en el uso de esta tecnología, especialmente útil para la comunicación científica al permitir mostrar procesos complejos en un entorno que mantiene la atención del espectador y genera, por su naturaleza interactiva, una exposición prolongada a la información, y nos ofrecen los fundamentos para comenzar a desarrollar un vídeo 360° de manera práctica.

En la tercera parte del libro, el capítulo «La comunicación científica en las políticas, planes y convocatorias de investigación» realiza un recorrido histórico que permite conocer cómo ha evolucionado tanto la opinión pública sobre la ciencia, como la forma de acercarla a los ciudadanos a través de los diferentes programas marco europeos de investigación e innovación. María del Carmen Gertrudis analiza cómo aunque desde los orígenes de la actual Unión Europea (UE), la investigación científica se ha consolidado como uno de sus ejes fundamentales, este objetivo no es alcanzable al margen de la ciudadanía. Planificar adecuadamente medidas de comunicación científica eficaces requiere, necesariamente, situar a los ciudadanos en el centro de la política científica, desde su concepción hasta la definición de los programas y convocatorias que permiten materializar las acciones. A partir del análisis de las encuestas de opinión pública (Eurobarómetro), los planes de investigación e innovación de la UE, y los programas y convocatorias específicas, presenta un recorrido por la evolución de la percepción de los ciudadanos sobre la investigación científica y tecnológica en la UE, el desarrollo y relación entre la agenda política y la agenda temática, y las medidas orientadas a la comunicación científica en las convocatorias de investigación.

«Desarrollar una comunicación científica ética» sitúa la comunicación científica bajo el referente ético al que debe someterse ésta, ofreciendo una serie de obligaciones pragmáticas que permiten al investigador comprobar su cumplimiento. Francisco García y Francisco José Gil Ruiz profundizan en las bases inherentes a la comunicación científica y a las responsabilidades que lleva implícitas. A partir de un análisis de la naturaleza de la ciencia y de su carácter comunicativo, se desarrollan una serie de obligaciones pragmáticas que deben atender los agentes incluidos en la comunicación científica para impulsar una investigación e innovación responsable.

El último capítulo, «Formar a los comunicadores científicos» plantea la importancia de la formación de los comunicadores en ciencia y tecnología. Ángeles Fernández y Francisco Javier Pérez ofrecen un análisis sobre la necesidad de que los científicos adquieran competencias que les permitan acercar sus conocimientos al gran público de manera que logren interesarle sobre los objetos de sus investigaciones, conectando con la realidad social que les rodea y con los públicos a los que se dirigen.

Una guía práctica, en definitiva, para enfocar con garantías la comunicación de un proyecto de investigación competitivo.

PARTE 1

Cómo establecer la estrategia y planificar la comunicación

1

Conectar con los públicos de la ciencia

Miguel Baños González¹

Ideas clave

Para mejorar la eficacia de tus comunicaciones científica deberías:

- Establecer unos objetivos claros y precisos de lo que quieres conseguir con cada comunicación.
- Diferenciar claramente tus textos académicos de los de divulgación científica.
- Identificar al público al que te vas a dirigir y definir sus principales características. Conocerlos te ayudará a captar su atención.
- Adaptar la forma y el contenido de tus textos a las características que has identificado en el público, porque interesarle es el primer paso para lograr una comunicación eficaz.
- Aprender de las comunicaciones que realizan las marcas comerciales: llevan décadas practicando la forma de comunicarse con sus públicos y saben muy bien cómo hacerlo.
- Y sea cual sea tu público, crear contenidos relevantes, comprensibles y oportunos para él.

1. Profesor titular de Universidad, Universidad Rey Juan Carlos.

1.1. Introducción

«Divulgar la ciencia [...] no es, pues, algo innecesario, elitista, propio de sociedades intelectuales que juegan al juego de los saberes como quien se entretiene intelectualmente jugando al ajedrez. Es, simple y llanamente, una auténtica necesidad social.»

(Toharia, 2010, pág. 99)

Puig (2009) recoge una anécdota muy ilustrativa, relacionada con el tema de este capítulo, sobre Francis Crick, uno de los descubridores de la estructura del ADN y Premio Nobel. Este científico genial recibió la siguiente respuesta del responsable de una editorial a la que había presentado un manuscrito: «No hay dios que entienda esto; escuche a la gente de la calle, entérese de cómo hablan y vuelva a escribirlo». Seguramente no fue la respuesta literal que recibió, pero nos dice mucho de la forma que tenemos de trasladar la ciencia a los públicos y de por qué puede que no llegue a interesarlos.

Pol Morales, en la presentación del libro *Los públicos de la ciencia*, afirma que «Las encuestas de opinión suelen reflejar una predilección de los ciudadanos por los temas científicos. Los datos de audiencia, en cambio, parecen manifestar justo lo contrario». Lo que habría que preguntarse es si el problema es de la ciencia o si, como veíamos en la respuesta del editor a Francis Crick, se trata más bien de cómo comunicamos la ciencia. No parece muy arriesgado afirmar que cualquier persona, en algún momento, estará interesada por un determinado tema científico; la cuestión es si quien tiene que explicarle este tema está suficientemente interesado en que se le entienda, o, mejor aún, si será capaz de adaptarse para que se le entienda.

En este capítulo pretendemos, por una parte, analizar cuáles son los motivos por los que la ciencia tiene dificultades para interesar a los públicos y, por otra, proporcionar fórmulas para intentar cambiar esta situación. Diferentes capítulos de este libro se concentran en los contenidos que debe transmitir la ciencia para hacerse más accesible y en cuáles son las herramientas de

comunicación más adecuadas para llegar a la población. Sin embargo, aquí nos vamos a centrar más en lo que los públicos demandan y en cómo ser más eficientes con nuestros mensajes, concentrando nuestros esfuerzos en sujetos verdaderamente interesantes e interesados.

Lamentablemente, lo que no podemos dar son recetas o normas que garanticen que nuestras investigaciones vayan a despertar el interés de la gente. Hay fórmulas para ayudar a conseguirlo, pero el primer paso es ser conscientes de que, si queremos cambiar la situación, quien tiene que poner los medios para lograrlo somos los investigadores, porque los públicos, nuestros públicos, difícilmente van a cambiar si no les damos un motivo.

Antes de seguir adelante hagamos un pequeño ejercicio: pensemos en la cantidad de estímulos a los que nos exponemos diariamente y, a partir de ahí, intentemos identificar cuáles son los que captan nuestra atención. Es muy sencillo (y muy complejo), pero hay determinados mensajes que tienen lo necesario para que les dediquemos nuestro tiempo y para que los elijamos frente a otros muchos estímulos de todo tipo.

1.2. La ciencia y nuestra capacidad de atención

«Nuestra capacidad de no hacer caso es tan llamativa como nuestra habilidad para ver u oír.»

(Wu, 2020, pág. 32)

Confiamos en que la introducción de este capítulo le haya interesado lo suficiente como para que esté pensando en ese «algo» que tienen los estímulos que le interesan..., o puede que no tenga claro en qué se diferencian unos estímulos de otros, simplemente que a unos les presta atención y a otros no. En realidad, lo más probable es que, como receptores, no seamos muy conscientes de qué tiene un mensaje para que nos resulte interesante, pero, seguramente, quien transmite ese mensaje sí sepa qué le interesa al público al que se dirige y, por lo tanto, ponga en práctica los recursos necesarios para captar la atención de las perso-

nas a las que se dirige. Y esto, que conocen perfectamente los expertos en *marketing*, nos puede servir también para comunicar los resultados de una investigación.

Primer problema: los contenidos científicos tienen que competir con miles de mensajes que intentan captar la atención de la gente. Diariamente nos exponemos a miles de estímulos de todo tipo y únicamente un pequeño porcentaje de ellos captan nuestra atención; es decir, solamente seleccionamos algunos de los elementos de nuestro entorno que consideramos relevantes. Para Londoño Ocampo (2009, pág. 92), los seres humanos nos exponemos cada día a una sobreestimulación medioambiental, lo que «trae consigo el desarrollo, o bien, el aprendizaje de mecanismos cognitivos capaces de seleccionar del medio lo realmente necesario, y no permitir saturar el sistema (el cerebro) de información». Esto es algo que hacemos de forma consciente y no consciente continuamente: tenemos que filtrar los estímulos que nos llegan porque no podemos prestar atención a todo lo que nos rodea, siendo la atención la que está más implicada en la selección de los estímulos que consideramos más relevantes.

Pero, ¿a cuántos estímulos se enfrenta cada persona? Eduard Punset (2009), uno de nuestros grandes divulgadores científicos, afirmaba en su programa «Redes 2.0» que nuestro cerebro recibe once millones de unidades de información por segundo, pero ante esta gran cantidad de datos que nos llegan continuamente, nuestro cerebro solamente puede analizar una parte limitada «hasta sus niveles cognitivos más altos para guiar el comportamiento» (Vidal *et al.*, 2016, pág. 107). Pasando a unidades que, seguramente, nos resultarán más fácil entender, López González (2018) nos dice que cada persona tenemos entre 60.000 y 70.000 pensamientos al día; es decir, un pensamiento cada poco más de un segundo.

Cada persona tiene predilección por unos temas concretos y no hay duda de que estará más atenta a aquello que le interesa, pero el interés puede que no sea suficiente. Hoy en día ya no se trata de determinar si el público al que nos dirigimos tiene suficiente información sobre un tema; el problema es que está exhaustivamente informado o, en otras palabras, en su entorno

hay tal cantidad y variedad de contenidos sobre cualquier tema que tiene que seleccionar los que considera más relevantes. Tiene que elegir. La buena noticia es que podemos ayudarle a tomar esa decisión; solamente necesitamos tener una estrategia. Rueda *et al.* (2018) explican que podemos seleccionar la información de manera refleja a causa de algún cambio externo en la estimulación que capte nuestra atención y haga que nos dirijamos hacia ella.

Al problema de la cantidad de estímulos tenemos que añadir el de las distracciones. No es exagerado decir que hoy en día vivimos una crisis de atención a la que tenemos que enfrentarnos cuando necesitamos comunicar algo a un público determinado. Como afirma Wu (2020, pág. 13), «no es casualidad que vivamos en una época aquejada de una sensación generalizada de crisis de la atención —por lo menos en Occidente—, plasmada en la expresión *Homo distractus*, una especie con una limitadísima capacidad de atención a la que se conoce por consultar sus dispositivos compulsivamente». Y Bailey (2020) habla de la atención como un bien escaso y considera que siempre estamos enfocando nuestra atención en algo o en alguien y, una vez que nos centramos en ello, ya no podemos dejar de hacerlo. Teniendo en cuenta que nunca hemos tenido más distracciones que ahora, esto es un problema muy importante. Distracciones externas de todo tipo, y distracciones internas. Y ante tanta información y la gran cantidad de distracciones, con mucha frecuencia actuamos con el «piloto automático» puesto, lo que representa un riesgo añadido: rara vez los estímulos que más captan la atención son los más importantes.

De este modo, si pensamos que una información sobre una de nuestras investigaciones (llena de datos y gráficos) tiene que competir por captar la atención del público con una noticia sobre un famoso en una playa, de un deportista con su último deportivo o de un famoso mago haciendo desaparecer un edificio, seguramente la inmensa mayoría de la gente optaría por dejar a un lado nuestra investigación, incluso aunque muchas de esas personas pensasen que es más importante el medio ambiente que la compra de un coche. Además, como acabamos de ver, nuestra

información no compite con otras tres noticias sino con miles de estímulos a los que se enfrenta diariamente ese público. Cuando llevamos puesto el «piloto automático» de la atención podemos quedar atrapados en las tareas que Bailey denomina superfluas o en las tareas entretenidas, dejando de lado las tareas necesarias.

1.3. A quién le interesa la ciencia

«La rápida evolución de las condiciones de vida en el mundo contemporáneo ha hecho de la cultura científica un elemento crucial para el bienestar personal y la vida en común.

Carecer de cultura científica no sólo puede hacerte la vida más difícil, también puede perjudicar gravemente tu salud.»

(Laspra Pérez y López Cerezo, 2018, pág. 61)

Posiblemente, para una pregunta tan genérica, la respuesta sea igual de genérica: a casi todo el mundo le interesa la ciencia. Seguramente no toda la ciencia, pero sí algún tema científico; y, sin duda, hay investigaciones científicas que, aun siendo de gran importancia, tienen un público muy limitado —más adelante nos cuestionaremos esta afirmación—.

Según datos de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (EPSCT) 2018, la ciencia y la tecnología no interesan a la mayoría de la población. Aun así, el porcentaje de sujetos entrevistados que tiene una actitud positiva hacia la ciencia es elevado (el 40,2%); el problema es que ese porcentaje está bajando en los últimos años. Miller y Laspra Pérez (2018), de acuerdo con los datos de esta encuesta, destacan que el porcentaje de los individuos con perfiles procientíficos ha caído prácticamente 10 puntos porcentuales en menos de dos décadas, pasando del 51,1% en 2002 al 40,2% de los entrevistados en 2018. En esta misma encuesta encontramos que el 12,9% de los entrevistados están muy interesados en la ciencia y la tecnología, y el 25,3% está bastante interesado. Y cuando se les pide que indiquen tres temas sobre los que estén especialmente inte-

resados, el 14,3% incluye la ciencia y la tecnología entre estas tres respuestas. En la edición de 2016, este porcentaje se situaba en el 16%. Aquí surge la duda de qué se entiende por «ciencia y tecnología», porque el tema que más interés despierta es «medicina y salud» y es fácil imaginarse que muchas de sus noticias son científicas.

1.3.1. Quién entiende los textos científicos

Unas líneas más arriba nos hemos cuestionado nuestra afirmación sobre el interés limitado de algunas investigaciones. Esto tiene mucho que ver con la respuesta del editor a Francis Crick.

Lo que podemos aprender de su anécdota es que el interés por la ciencia también depende de la capacidad que tengan los científicos de despertar el interés de la gente y de lograr que el público entienda lo que se les comunica. Llácer Llorca y Ballesteros Roselló (2012) explican, en relación con el lenguaje científico, que «se antoja opaco, particularmente a los grupos sociales ajenos a su uso. Todo ello contribuye a crear una barrera que, en la práctica, tiende a aislar a la comunidad científica del resto de la sociedad» (pág. 51).

Así, no es extraño que, en muchas ocasiones, parezca que los científicos hablan otro idioma. Morales da Silva y Baronas (2019, pág. 639) destacan que «El lenguaje académico basado en normas, reglas, métodos y vocabulario extremadamente específico se utiliza como uno de los principales medios para validar el rigor científico de la investigación» lo que ha dado lugar a una cantidad creciente de documentos difíciles de entender fuera del entorno de la investigación; un entorno, en ocasiones tan «estrecho», que deja fuera incluso al resto de la comunidad académica, siendo prácticamente imposible que llegue a la sociedad. ¿Por qué una adolescente ha logrado que millones de personas se interesen por el medioambiente? Tal vez sea porque les habla en su mismo «idioma». Cuevas Badallo y Urueña López (2019) nos hablan de la dicotomía «público/experto» que hace un flaco favor a la divulgación científica al provocar una homogeneización que

distorsiona la realidad, ya que no se tiene en cuenta que la condición de público y la de experto solamente es aplicable a ámbitos «concretos y de forma gradual (se es experto o público respecto de determinados temas y conforme a cierto nivel de experticia). Por otro lado, a esta dicotomía subyace una falsa relación entre pasividad y falta de conocimiento, así como entre actividad y conocimiento especializados que relega a los agentes legos en ciencia a meros espectadores y consumidores» (pág. 23).

Unos más párrafos más arriba hemos hecho una afirmación que ahora vamos a matizar: «a casi todo el mundo le interesa la ciencia». Pero nada le interesa a todo el mundo. Es posible que a casi todo el mundo le interese el deporte, pero eso no significa que todos los lectores de un diario deportivo estén ávidos por leer las últimas noticias sobre *curling*. Así que estamos convencidos de que la ciencia nos interesa a casi todos, pero ni toda la ciencia ni a todos nos interesa de la misma forma. Este capítulo se ha escrito durante el estado de alarma por la COVID-19; creo que nadie es ajeno a esta situación y, al menos la mayoría de los confinados, consumimos información sobre esta realidad, pero no todos consumimos la misma: a un sanitario le puede interesar profundizar en los aspectos médicos de la enfermedad, a un trabajador los problemas laborales derivados, a algunos ciudadanos cuándo llegará la vacuna e incluso habrá a quienes les interesa cómo afectará a sus vacaciones ¿Qué hacemos en esta situación? Segmentar al público por los criterios que consideremos más adecuados.

1.3.2. Todo comienza por saber lo que queremos conseguir

Pero todo comienza por tener claro cuál es nuestro objetivo al escribir un texto con contenidos científicos: ¿qué pretendemos lograr cuando escribimos sobre nuestras investigaciones? Fernández Bayo *et al.* (2018) plantean que lo primero que un científico debe tener claro es que comunicar es necesario. A pesar de que la divulgación no tenga ningún reconocimiento académico o cien-

tífico, incluso hay casos documentados en los que la divulgación científica ha venido acompañada de críticas académicas, debemos dejar a un lado nuestras reticencias y dedicar tiempo a esta actividad, aunque solamente sea para «conseguir ciudadanos formados e informados, que apoyen la ciencia y su financiación y dispongan de suficiente criterio y opinión ante cuestiones que afectan a todos» (pág. 8), que no es poco. Pero en esta tarea, los científicos no pueden estar solos; es imprescindible la participación de otros colectivos, con diferentes objetivos y herramientas, como pueden ser periodistas, divulgadores, instituciones o empresas.

Rodgers (2018) destaca un problema que tiene que ver con esta finalidad de una buena parte de los textos académicos; si bien este autor se refiere a los artículos publicitarios, es posible aplicar su observación a otros trabajos científicos, ya que, cuando se trata de evaluar el impacto y la efectividad de la investigación, frecuentemente las medidas utilizadas no tienen en cuenta su influencia en la sociedad, limitándose a valorar su prestigio en el ámbito académico. La pregunta que se hace este autor es: ¿el impacto de la investigación va más allá del ámbito académico? Seguramente la respuesta es que, al menos en algunos ámbitos, su influencia fuera del mundo académico es muy baja y la muestra la tenemos en la escasa presencia de los grandes investigadores en publicaciones que no sean científicas.

Es necesario diferenciar entre textos científicos y textos con contenidos científicos. Los primeros sí tienen como público el ámbito científico, su objetivo es ser reconocido por su rigor académico y su éxito se puede medir por las citas que han obtenido en otros textos académicos. Pero así es complicado llegar a un público situado fuera de ese ámbito. Ni el contenido ni la forma es accesible para quienes están fuera de mundo de la investigación. Por supuesto, este tipo de textos son imprescindibles y nada hay criticable en sus objetivos; pero necesitamos escribir algo muy diferente si, además, queremos llegar con nuestros trabajos a otros públicos.

1.4. Quién es el público de los textos científicos

«... los textos científicos divulgativos deben ser considerados como algo distinto de los textos científicos en sentido estricto, ya que responden a propósitos diferentes y además su forma y contenido difiere del de los artículos puramente científicos, por cuanto que se dirigen a públicos dispares.»

(Llácer Llorca y Ballesteros Roselló, 2012, pág. 59)

Con la divulgación científica se pretende hacer accesible el conocimiento científico al conjunto de la población; por eso, no hay una respuesta concreta a quién es el público de los textos que escribimos desde el ámbito académico o científico porque, dependiendo de nuestros objetivos, el público puede ser muy diferente. Cuando escribimos un texto académico o científico, todos conocemos quiénes son los destinatarios de nuestros trabajos y sabemos cómo escribir y, lo que es más importante, sabemos qué se espera de nuestros artículos, libros o capítulos, y hay abundante material que nos ayuda a dar precisión, exactitud y validez a nuestros escritos. Pero no contamos con nada de esto cuando escribimos un texto divulgativo; no hay una guía para autores que permita elaborar un informe que cumpla con unos determinados criterios objetivos.

En la comunicación comercial, en el centro se sitúa al público al que se dirigen las marcas; y el primer paso es conocerlo en profundidad para llegar a él con los temas que le interesan, a través de los medios que le interesan y en el momento que le interesa. Si el objetivo es divulgar nuestra investigación y llegar al conjunto de la sociedad, el esfuerzo de adaptación no se lo podemos pedir al público al que nos dirigimos o, al menos, no exclusivamente a él. Y ¿por qué es tan importante conocer a esas personas? Fundamentalmente, porque no se puede comunicar de la misma forma a todos los públicos y conociéndolos tendremos más posibilidades de conseguir interesarles. El estilo de comunicación, la complejidad de los contenidos o los medios utilizados

en la comunicación tienen que definirse en función de las características de cada público implicado.

En cuanto a los contenidos de los textos científicos podemos destacar dos palabras que pueden ser fundamentales si pensamos en las diferencias tan grandes que hay dentro de lo que, con frecuencia, denominamos de forma genérica bajo el término «público»: relevancia y accesibilidad.

Con la primera de ellas nos referimos a «una percepción de aportación de valor por el contenido, en términos de información, formación o entretenimiento» (Aguilera y Baños, 2017, pág. 6); es la necesidad de transmitir información importante para un grupo de personas; la relevancia no se refiere únicamente al valor objetivo de la investigación —o el valor que da el investigador a su trabajo—, sino al significado que los resultados de esa investigación tienen para las personas que van a ver esos documentos. Para el ámbito del investigador o para la comunidad científica, lo relevante puede ser la metodología utilizada, su estructura, la objetividad o el estilo utilizado para las referencias. Pero para el público no experto puede que lo más importante sea su aplicación práctica a su día a día o de qué forma va a mejorar su vida el resultado de esa investigación; y eso requiere un gran esfuerzo de explicación y síntesis, y dedicar recursos, imprescindibles para la divulgación científica, que podríamos destinar a otras actividades con más reconocimiento académico. Y esta relevancia tiene una vertiente muy importante cuando nos referimos a la aplicación empresarial de los resultados de una investigación: el momento o la oportunidad; una información es importante si llega en el momento oportuno.

Con la accesibilidad nos referimos a la facilidad de comprensión de ese texto, que quienes lo reciben o estén interesados lo puedan entender. Y, de nuevo, es muy diferente lo que pueden entender los miembros del ámbito científico del investigador de lo que pueden entender los que no son expertos en la materia; y esta distancia será aún mayor cuanto más complejo sea el ámbito de la investigación.

Por otra parte, además de los contenidos, tenemos los aspectos formales de esos textos. Gráficos y tablas llenas de datos

pueden facilitar la valoración que los pares hagan de un texto académico. Seguramente, para otros públicos sean mucho más útiles las infografías para despertar su interés por una investigación y mejorar su comprensión.

Cuando queremos publicar un texto científico nos parece razonable, y sin duda lo es, adaptarlo a las características de una determinada publicación, línea editorial, estructura... y nos debería parecer igual de razonable adaptar los textos divulgativos a las características de los sujetos a los que nos queremos dirigir. No hacerlo provoca que, en algunas encuestas, la mayoría de los entrevistados que responden estar poco interesados por la ciencia y la tecnología afirmen que es porque no despierta su interés o porque no la entienden; y hacerse entender y despertar el interés del público es responsabilidad de quien emite el mensaje.

Teniendo en cuenta esta información, la cuestión que deberíamos plantearnos ya no debe ser si a la gente le interesa la ciencia, sino llegar a conocer a quién le interesan realmente los contenidos científicos concretos que queremos divulgar. Y, seguramente, esto nos obligue a plantear este tipo de comunicaciones siguiendo los pasos de la comunicación que desarrollan las marcas comerciales, planificando y desarrollando estrategias en las que el punto de partida sea, precisamente, la segmentación de los públicos.

Es cierto que las marcas cuentan con equipos y presupuestos para planificar sus campañas, definir estrategias o identificar a los públicos. Pero, por otra parte, sus problemas de comunicación nada tienen que ver con los nuestros, como tampoco sus objetivos o los medios necesarios para alcanzarlos.

De alguna forma, ya hacemos un trabajo de segmentación cuando publicamos textos académicos. Ahora se trata de hacer algo parecido con los textos divulgativos.

1.5. Dónde nos encontraremos con ese público

«...acercar al gran público de forma clara y comprensible los conocimientos y avances científicos, así como sus implicaciones en nuestro hábitat y nuestra vida diaria, no es tarea fácil. Es una responsabilidad compartida entre periodistas, medios de comunicación, científicos y gobiernos.»

(Cassany, Cortiñas y Elduque, 2018, pág. 10)

Si ya está claro que queremos divulgar nuestras investigaciones y hemos identificado a quiénes nos vamos a dirigir, llega el momento de ver la forma de encontrarnos con ese público o, mejor aún, de conseguir que la sociedad conozca nuestro trabajo. Sin duda, nunca antes cualquier persona ha tenido a su alcance tantas fórmulas para crear y transmitir sus propios contenidos; y, entre los posibles contenidos, se incluyen también los de divulgación científica. El problema es que los públicos tienen la posibilidad de elegir entre tantas opciones que jamás ha sido tan complicado llegar a ellos.

Hay un gran número de documentos publicados destacando la utilidad de las redes sociales para la comunicación, las ventajas de los medios propios y ganados, la forma de acceder a los medios pagados a través de *publicity*, etc. Pero aquí corremos el peligro de confundir las herramientas disponibles con los mensajes. Hoy en día, parece que las TIC son la solución a todos los problemas de comunicación. Pero la tecnología es una herramienta al alcance de todos, por lo que lo importante, lo que de verdad va a diferenciar el interés que despierta un documento frente a otros es lo que queremos transmitir y cómo lo hacemos. Por ejemplo, alguien nos puede decir que la mejor forma de llegar a nuestro público es mediante un vídeo viral; y seguramente sería lo mejor, el problema es que querer hacer un vídeo viral no es lo mismo que conseguir que un vídeo sea viral.

Y algo similar podemos decir de las redes sociales; con cientos de millones de mensajes circulando por las redes diariamente, ¿por qué los usuarios van a centrarse en un tuit o en un vídeo sobre un trabajo científico? ¿cómo vamos a conseguir que nues-

tro mensaje llegue a salir de nuestro círculo más próximo para llegar a la sociedad?

No hay duda de que la comunicación está viviendo una auténtica revolución provocada por la utilización de nuevas herramientas tecnológicas que dan acceso a una gran cantidad de contenidos de todo tipo de forma gratuita y sencilla, especialmente entre algunos segmentos de población. En este contexto, la divulgación científica debe aprovechar la experiencia acumulada en el ámbito de las comunicaciones de *marketing*, donde las marcas tienen que crear y distribuir contenidos tan relevantes para sus públicos que se sientan atraídos por ellos y los busquen. Estamos en un nuevo escenario, el de la experiencia, que tiene la capacidad de involucrar a las personas en los más variados ámbitos, entre los que se encuentra la educación. Ya no nos enfrentamos a un receptor pasivo dispuesto a leer, ver o escuchar cualquier mensaje que pongamos ante él; ahora es un sujeto que decide libremente a qué contenidos accede e incluso si decide compartirlos con otros sujetos.

Actualmente se suele decir que los clientes no compran productos, compran experiencias, y la propuesta de una experiencia única y memorable es la forma más valiosa de contactar con nuestro público. Fernando Barrenechea (2015) se refiere a las marcas cuando dice que construyen su valor conectando significativa y emocionalmente con sus públicos, siendo capaces de generar curiosidad. El público quiere disfrutar de experiencias únicas y memorables; busca experiencias fundamentadas en un complejo conjunto de respuestas sensoriales, cognitivas, afectivas, de comportamiento y relacionales que demandan la participación de los sujetos. Y una relación experiencial lleva al aprendizaje.

Y cuando comprendemos que las personas a las que nos dirigimos han evolucionado y buscan en las comunicaciones algo más que información a través de una comunicación unidireccional, es cuando podemos sacar realmente todo el partido a las nuevas herramientas de comunicación centradas en la relevancia, que nos ofrecen la posibilidad de captar la atención mediante contenidos y mensajes valiosos para los sujetos, con una producción más cuidada. Herramientas, como pueden ser los mensajes híbridos, que

nos pueden ayudar a conseguir una repercusión más profunda y significativa, hasta el punto de elegir esos contenidos de entre la inmensa variedad y diversidad de mensajes que también persiguen captar la atención del público.

Las marcas hace ya tiempo que descubrieron que una de sus prioridades debe ser crear experiencias para sus clientes, ya que implica una diversidad de respuestas: cognitivas, afectivas, emocionales, sociales y físicas del consumidor. Cuanto antes se aplique esta visión a la difusión de los proyectos de investigación científica, antes se crearán contenidos valiosos para la sociedad, estimulando el diálogo entre los diferentes actores involucrados, incrementando la visibilidad de la ciencia y mejorando la conexión entre la agenda investigadora y los retos sociales emergentes.

1.6. Conclusiones

Comunicar eficazmente exige comenzar diseñando un buen plan en el que el público se sitúe en el centro de las decisiones que se tomen. Captar la atención de las personas no es una tarea fácil y, sin embargo, es fundamental para alcanzar cualquier objetivo de comunicación que nos planteemos. De los miles de estímulos que ese individuo tiene a su alrededor, queremos que elijan lo que nosotros le ofrecemos. Y eso nos obliga a esforzarnos para, al menos, interesarles.

Una cuestión importante es tener claras las diferencias entre un texto académico y un texto de divulgación científica. El primero se dirige claramente al ámbito científico y este público es un profundo conocedor de la materia y espera un rigor, una precisión y una profundidad difícilmente comprensible fuera de ese ámbito. Mientras que los textos divulgativos tienen que ser interesantes para un público que puede ir desde poco experto hasta totalmente profano en la materia; y cada uno de ellos espera contenidos importantes y comprensibles para sí. Por eso, ni los objetivos que se persiguen, ni la forma, ni el contenido de los textos pueden ser iguales para todos los posibles públicos para los que escriben los investigadores.

Adaptarnos a las características de cada público es la forma de conseguir que suba el interés por la ciencia. Es difícil prestar atención a lo que no entendemos, a lo que nos parece irrelevante. Es necesario realizar un esfuerzo para conseguir la atención de las personas y para que nuestras comunicaciones sean importantes para ellas, y este esfuerzo no se lo podemos pedir al público; quien debe poner los recursos necesarios para comunicar de forma eficaz es aquél que pone en marcha la comunicación: el investigador —o las personas que le ayuden en esta tarea—. Pero para poder adaptarnos a las características de cada público, tenemos que conocerlas, y eso nos obliga a identificar las peculiaridades de cada uno de ellos; al menos, su conocimiento sobre el tema, qué le aporta nuestra investigación o cómo puede influir en su día a día, a través de qué medios podemos contactar con él, etc.

Hoy en día, los públicos están acostumbrados a decidir y a elegir dónde, cuándo y cómo van a entrar en contacto con un mensaje. Pueden y quieren opinar sobre él y, por supuesto, comparten con sus contactos los contenidos que les ofrecen un valor añadido. Quieren disfrutar de experiencias, también a través de las comunicaciones; y pueden acceder a inmensas cantidades de información, por lo que sólo prestan atención a lo que es especialmente relevante para ellos. Y si no tenemos en cuenta todas estas variables, difícilmente conseguiremos superar los filtros en un contexto de sobreestimulación informativa.

Sin duda, los investigadores nos enfrentamos a una situación compleja para conseguir comunicaciones más eficaces, pero contamos con una ventaja importante: la experiencia acumulada durante décadas por las marcas comerciales. Ellas tienen que adaptarse cada día a unos públicos en constante cambio, desarrollan modelos de segmentación muy precisos, diseñan nuevas herramientas de comunicación, incorporan a sus planes de *marketing* las últimas novedades tecnológicas... Por suerte, nuestros planes no son tan complejos y podemos aprovecharnos de la experiencia de las marcas para comunicarnos más eficazmente con los públicos.

1.7. Referencias

- Aguilera Moyano, J. de y Baños González, M. (2017). «Las comunicaciones en el nuevo paradigma de marketing. Experiencias, relevancia, engagement y personalización», en *Icono 14*, 15(2), págs. 1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.7195/ri14.v15i2.1098>
- Bailey, C. (2019). *Hyperfocus: Cómo centrar tu atención en un mundo de distracciones*, Editorial Reverté S.A.
- Barrenechea, F. (2015). *El paradigma de la experiencia, comunicar de manera efectiva el mensaje de marca*, PuroMarketing. Disponible en: <https://bit.ly/301syjx>
- Cassany, R.; Cortiñas, S. y Elduque, A. (2018). «Comunicar la ciencia: El perfil del periodista científico en España», en *Comunicar*, 55, págs. 9-18. Disponible en: <https://doi.org/10.3916/C55-2018-01>
- Cuevas Badallo, A. y Urueña López, S. (2019). «Públicos y actores en la democratización de la actividad científica», en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 42(14), págs. 9-29. Disponible en: <https://bit.ly/36HuVsV>
- Fernández Bayo, I.; Mecha, R. y Milán, M. (2018). *La Comunidad Científica ante los Medios de Comunicación. Guía de Actuación para la Divulgación de la Ciencia*, UCM. Disponible en: <https://bit.ly/2McP0Og>
- Laspra Pérez, B. y López Cerezo J. A. (2018). «Procientíficos críticos e implicados en la población española», en Lobera, J. y Torres-Albero, C. (eds.), *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2018*, FECYT, págs. 59-84. Disponible en: <https://bit.ly/2yLkEPP>
- Llácer Llorca, E. V. y Ballesteros Roselló, F. (2012). «El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencias», en *Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics*, XVII, págs. 51-67. Disponible en: <https://bit.ly/2TR2QKx>
- Lobera, J. y Torres-Albero, C. (eds.) (2018). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2018*, FECYT. Disponible en: <https://bit.ly/2yLkEPP>
- Londoño Ocampo, L. P. (2009). «La atención: un proceso psicológico básico», en *Pensando psicología*, 5(8), págs. 91-100.
- López González, L. (2018). *Educar la atención: Cómo entrenar esta habilidad en niños y adultos*, Plataforma Editorial.

- Miller, J. D. y Laspra Pérez, B. (2018). «Los factores que influyen en la cultura científica», en Lobera, J. y Torres-Albero, C. (eds.), *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2018*, FECYT, págs. 35-57. Disponible en: <https://bit.ly/2yLkEPP>
- Morales da Silva, M. y Baronas, R. (2019). «Podcasts de divulgación científica. Un juego con escenografías inesperadas en un experimento en el curso de Biología de la UFSCar-Brasil», en *Edunovatic 2019 conference proceedings: 4th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, REDINE, pág. 639. Disponible en: <https://bit.ly/2ZQJQQg>
- Morales, P. (2014). «Presentación», en Francescutti, L. P., *Los públicos de la ciencia (VII)*, Fundación Dr. Antonio Esteve. Disponible en: <https://bit.ly/2MdtJ7e>
- Puig, V. (2009). *Sabios, payasos, comunicación y Punset*. Disponible en: <https://bit.ly/3gAFumg>
- Punset, E. (dir.) (2009). «El experto y sabio inconsciente» (episodio 45), en *Redes 2.0*, Agencia Planetaria S.A.
- Rodgers, S. (2018). «Why We Need Better Measures Of Research Impact in Advertising Considerations for Best Practices To Expand Research's Reach», en *Journal of Advertising Research*, 58(4), págs. 385-389. Disponible en: <https://doi.org/10.2501/JAR-2018-045>
- Rueda, M. R.; Conejero, A. y Guerra, S. (2016). «Educar la atención desde la neurociencia. Pensamiento Educativo», en *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 53 (1), págs. 1-16. Disponible en: <https://doi.org/10.7764/pel.53.1.2016.3>
- Toharia, M. (2010). «Políticas de comunicación universitaria y divulgación científica», en *La Cuestión Universitaria*, 6, págs. 95-102. Disponible en: <https://bit.ly/2Xi27UV>
- Vidal, J. R.; Perrone Bertolotti, M.; Kahane, P.; Minotti, L.; Baciú, M. y Lachaux, J. P. (2016). «Check out the left! Selective modulation of neuronal communication between visual areas by visual spatial attention», en *Neurophysiologie Clinique / Clinical Neurophysiology*, 46(2), pág. 107. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2016.05.033>
- Wu, T. (2020). *Comerciantes de atención. La lucha épica por entrar en nuestra cabeza*, Capitán Swing Libros, S. L.

2

Elaborar un plan integral para comunicar los resultados de investigación

*Sergio Álvarez García*¹

Ideas clave

Para garantizar la eficiencia de la planificación estratégica de la comunicación de un proyecto de investigación debemos trabajar en:

- Una planificación integral y continua, que comience con la primera tarea de investigación y llegue hasta la consecución del último resultado, y que comprenda tanto los procesos como los alcances.
- Una identificación clara y segmentada de las audiencias y de cómo lo que investigamos puede interesarles y serles útil.
- Un diseño riguroso de qué necesitamos decir y hacer, y de cómo, dónde y cuándo decirlo y hacerlo.
- Y un seguimiento y evaluación continuos de los resultados de la comunicación a través de indicadores medibles cuantitativamente

1. Docente e investigador, Universidad Complutense de Madrid.

2.1. Introducción

En una realidad comunicativa como la actual, donde la inmediatez se confunde con la velocidad, la conversación social multiplica sus participantes a través de las redes y un minuto de atención vale su tiempo en oro, la improvisación o la casualidad son paradójicamente las enemigas más cruentas de la eficacia. Los resultados de investigación no sólo no son una excepción, sino una de las primeras víctimas de la saturación informativa y uno de los últimos de la fila de la visibilidad pública.

Para enfrentarse a esta normalidad y abrirse paso en este ecosistema, lo último que debemos hacer es sumergirnos en la bañera de la comunicación y esperar a que los vaivenes del agua nos descubran el principio de su eficiencia. Y es que, como afirma el catedrático de Comunicación Audiovisual y Publicidad y presidente de la asociación científica Icono 14, Francisco García, «la ciencia está muy dotada para ser transmitida, pero a veces no hemos encontrado el modo cartográfico, valga la metáfora, para transmitirla, para que nos emocione, para que nos alcance ese valor de azul transparente turquesa de los mares del Sur» (Ciberimaginario, 2019).

En las páginas de este capítulo se resumen y explican las estrategias y técnicas fundamentales para poder desarrollar esa cartografía, ofreciendo recomendaciones y claves al servicio de la investigación, orientadas a proporcionar las herramientas básicas para, en primer lugar, entender el carácter imprescindible de la planificación de la comunicación científica, y después aplicarlo a la naturaleza específica de nuestra actividad investigadora. Todo ello combinando el conocimiento previo del grupo Ciberimaginario en comunicación digital con los análisis de acciones y productos y de las experiencias de distintos investigadores recogidas por su Observatorio en el marco del Proyecto de investigación Comciencia. Y con un enfoque centrado en los beneficios y en el valor añadido que esta planificación estratégica de la comunicación de un proyecto de investigación puede generar en distintos ámbitos y niveles, desde el científico y académico hasta el de la vida cotidiana de las personas, pasando por el comercial, el educativo o el legislativo.

2.2. Comunicación científica estratégica

2.2.1. Justificación de la comunicación estratégica en proyectos de investigación

La comunicación científica viene siendo motivo de atención y objeto de estudio desde el último tercio del siglo XX, si bien no se ha convertido en una prioridad en los programas y planes de investigación en los países desarrollados hasta bien entrado el tercer milenio. Con el nuevo siglo, se ponen en marcha numerosas iniciativas de política científica para abordar aspectos como «las actitudes del público ante la ciencia y la tecnología; el interés de éste por temas científicos y tecnológicos; la percepción pública de la ciencia; la conceptualización y medición de la alfabetización científica; el nivel de comprensión, por parte de la población adulta, de los principios científicos básicos; el papel desempeñado por los medios de comunicación en la divulgación científica; la comunicación de la ciencia en los niveles educativos formales; o la participación del público en la definición de la política científica» (Martín Sempere y Rey Rocha, 2007). Son tareas específicas, objetivos ambiciosos y alcances complejos que nos dan ya una idea de la necesidad de acometerlos con tres pilares básicos: estrategia, planificación y profesionalización.

Una demanda que se ha concretado en las convocatorias más recientes de programas de financiación de investigación e innovación como el europeo Horizonte 2020, en los que incluso se establece una serie de obligaciones contractuales relacionadas con este amplio y complejo paraguas de la comunicación científica y entre las que nos interesan especialmente las siguientes: promover la acción y sus resultados proporcionando información a audiencias múltiples; o diseminar los resultados a través de los medios más apropiados. Son obligaciones formales que recoge la guía *Making the Most of Your H2020 Project. Boosting the impact of your project through effective communication, dissemination and exploitation* del European IPR Helpdesk (2018), que insiste en los riesgos que corre un proyecto de investigación si no se planifica estratégicamente la comunicación: no tener un al-

cance más allá de los círculos de expertos más cercanos; no demostrar su relevancia pública y, por tanto, ver obstaculizado el impulso a los avances en el campo de conocimiento; y no sentar adecuadamente las bases para gestionar eficazmente los recursos disponibles o para aprovechar las oportunidades de financiación. En contraposición a estos problemas, la guía resume los principales beneficios de implementar una estrategia para la comunicación, diseminación y explotación de nuestro proyecto de investigación y de sus resultados:

- Mejorar las posibilidades de éxito de nuestras propuestas de investigación.
- Aumentar la visibilidad de nuestra investigación, mejorar nuestra reputación como investigadores y ganar apoyos, haciendo llegar nuestros resultados a potenciales socios industriales, gestores de política científica y a la sociedad.
- Definir un perfil reconocible y valorable en la comunidad científica, que nos permita atraer talento y colaborar con otras instituciones.
- Aprovechar las fuentes de financiación adicionales explicando cómo abordamos con éxito los problemas y desafíos actuales, y cómo los resultados podrían mejorar la vida cotidiana de las personas.
- Ayudar a fortalecer la investigación y la innovación en nuestras sociedades, asegurando la transferencia de conocimiento, la absorción y la comercialización de aportaciones tecnológicas y de resultados a la industria, a los organismos de toma de decisiones y al resto de la comunidad científica.
- Difundir el conocimiento científico y facilitar su evolución y enriquecimiento haciendo que nuestros resultados de investigación estén disponibles en abierto.

2.2.2. Planificación de la comunicación científica: experiencias

El estudio *CICOTEC. Papel de los científicos en la comunicación de la Ciencia y la Tecnología a la Sociedad: Actitudes, aptitudes e implicación* recoge inquietudes de investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de varias universidades españolas que apuntan hacia tres ideas clave: el valor de la participación de los propios investigadores en el diseño de estrategias y actividades de comunicación pública de la ciencia, la necesidad de una apuesta institucional que apoye, reconozca y gratifique a los científicos en estas tareas, y el carácter profesional, prioritario y también científico de acciones estratégicas dirigidas, en resumen, a encontrar y desarrollar «la actividad que mejor represente su investigación a los ojos del público» (Martín Sempere y Rey Rocha, 2007).

En una línea similar, Seguí Simarro, Poza Luján y Mulet Sallort (2015) explican los requisitos, elementos y factores que se conjugan en los principios y justificación de la planificación de la divulgación de sus investigaciones, que pasa, no sólo por tener un amplio conocimiento de lo que se investiga, ni siquiera por saber qué decir de nuestro trabajo: «se trata también de conocer a quién hay que contarle todo esto, y sobre todo, de cómo hay que hacerlo para que estos conceptos, en ocasiones poco sencillos, lleguen efectivamente a la sociedad».

La serie de entrevistas a investigadores «Voces para una comunicación científica eficiente», realizada por el grupo Ciberimaginario (2019), aporta interesantes reflexiones en relación con la planificación estratégica de la comunicación de proyectos y resultados de investigación. Las podemos resumir en tres ideas principales:

- Situación de partida débil. Salvo excepciones, como las de proyectos que se desarrollan en el seno de grandes compañías o de instituciones de gran tamaño y apoyadas en Unidades de Cultura o Comunicación Científicas, la comunicación se hace sobre la marcha o de forma reactiva. En la

mayoría de los casos se alude tanto a la falta de presupuesto como al escaso o nulo peso que se le da a esta partida en las convocatorias de proyectos de investigación, especialmente en el ámbito nacional. No obstante, por lo observado en las iniciativas internacionales recientes, las entidades de financiación como la Unión Europea se han hecho eco del problema y lo están incorporando a sus programas.

- Necesidad de profesionalización. Unida a esta tendencia hacia una situación de mayor exigencia en los proyectos de investigación, los entrevistados comparten la visión de que es fundamental contar con profesionales de la comunicación para cumplir con los requisitos y los objetivos planteados.
- La planificación debe ser integral y continua. Sin excepciones, todos los entrevistados coinciden en que la comunicación de la investigación y su planificación deben contemplar todos los escenarios y destinatarios posibles para superar que el impacto académico sea la meta única o prioritaria. Se insiste, además, en la evaluación de las acciones y resultados de comunicación como elemento de seguridad, garantía y capacidad de adaptación a los distintos destinatarios de la investigación.

2.3. Comunicar la investigación científica: cinco preguntas para un plan

Las páginas de este libro ponen el foco en los proyectos de investigación como destinatarios últimos del conocimiento que se presenta para su aplicación directa. Desde esa perspectiva, destacamos el documento *Communicating EU research and innovation guidance for project participants* (Comisión Europea, 2014), que considera la comunicación estratégica como una buena práctica porque:

- En lugar de centrarse en los medios antes de construir el mensaje, identifica los públicos-objetivo antes de decidir

qué medios son los más adecuados para hacerles llegar el mensaje.

- En lugar de dejar sin respuesta a las preguntas «Por qué» o «Qué», los objetivos están claramente definidos.
- A las personas creativas no se les ocurre una idea «genial», sino que planifican las acciones para llegar a los resultados deseados.

¿Y qué implica planificar la comunicación en un proyecto de investigación del programa H2020? Diseñar y realizar las siguientes tareas:

- a. Garantizar una buena gestión (contar con profesionales de la comunicación).
- b. Definir las metas y objetivos del proyecto.
- c. Seleccionar y segmentar su audiencia.
- d. Elegir los mensajes.
- e. Seleccionar los medios y los medios correctos.
- f. Evaluar los esfuerzos realizados.

Unas tareas que responden en un primer momento a lo que los especialistas en comunicación integral determinan como requisitos para que una planificación pueda considerarse estratégica: partir de un análisis previo de necesidades y controlar y evaluar los resultados de su aplicación. Dos principios que vertebran un plan de comunicación que, según Matilla (2018), debe atravesar cuatro etapas: investigación —información e investigación preliminar—, acción —estrategia—, comunicación —táctica— y control y evaluación, y que se arma respondiendo a las cinco preguntas —esquematisadas en la figura 1— cuyas respuestas ayudamos a encontrar en las siguientes páginas.

PLANIFICANDO LA COMUNICACIÓN DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Figura 1. Esquema de la planificación de la comunicación de un proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

2.4. ¿A quién puede interesarle nuestra investigación y para qué?

Los términos que habitualmente están bajo el paraguas del concepto «comunicación científica» se articulan habitualmente en función del tipo de público al que se quieren dirigir y de los objetivos que se pretenden alcanzar. Así, Martín Sempere y Rey Rocha (2007) recopilan las definiciones de diversos autores para distinguir entre diseminación —dirigida a expertos y colegas con fines académicos y científicos—, difusión —destinada a audiencias educadas o instruidas con el objetivo de ampliar su conocimiento o transferirlo a sus ámbitos de aplicación— y divulgación —asociada a transmitir las aportaciones o el valor de la ciencia y de sus resultados a la sociedad o público en general—.

Si acotamos la actividad científica a la que se desarrolla en un proyecto de investigación, la referencia clave a seguir —así lo haremos en las próximas líneas— es la que ofrece la European IPR Helpdesk (2018) para los proyectos H2020:

- **COMUNICACIÓN.** Justifica la planificación estratégica, porque se dirige a múltiples audiencias y al público en general, y porque sus metas pasan por hacer llegar eficazmente el impacto y los beneficios de nuestra investigación a la sociedad.
- **DISEMINACIÓN.** Estrechamente relacionada con el concepto de transferencia como objetivo, se dirige a la comunidad científica, al sector industrial o a los responsables de política científica.
- **EXPLOTACIÓN.** Acotada a las fronteras del propio proyecto, de sus socios y de las aplicaciones (servicios, productos) propuestas, es una comunicación que podemos considerar como «interna» porque su misión es garantizar y potenciar el uso directo de los resultados.

2.4.1. Definir los objetivos de comunicación

Para determinar estratégicamente los objetivos de la comunicación, es fundamental realizar previamente un análisis de situación (externa e interna) y un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) de lo que queremos comunicar (Aljure Saab, 2015). En el caso de un proyecto de investigación, para estos análisis resulta especialmente útil basarse en los requisitos, exigencias y observaciones de la entidad financiadora. Ello nos permitirá incluso definir un propósito general que sirve de núcleo, como por ejemplo en el caso de los proyectos H2020 si extraemos como objetivo general de comunicación el acercar el proyecto a la sociedad y demostrar que la financiación de la UE se traduce en mejoras sociales (Comisión Europea, 2013; Comisión Europea, 2014; European IPR Helpdesk, 2018). A partir de esta información, definiremos objetivos específicos siguiendo estas orientaciones básicas:

- Temporalizar los objetivos del proyecto según sus fases.
- Calcular el impacto que pretendemos alcanzar con la comunicación.
- Estimar las reacciones o cambios que se esperan del público-objetivo, tales como recibir comentarios o valoraciones, establecer conversación, influir en quienes toman decisiones y asegurar que se aplican los resultados del proyecto.

Para ayudarnos en la definición de los objetivos y en la evaluación de su eficacia como herramienta, debemos controlar que responden a un equilibrio y no son ni excesivamente ambiciosos, ni demasiado débiles:

- Estableceremos fechas límite para alcanzar los diferentes objetivos en las distintas etapas de la investigación y en la consecución de resultados intermedios.
- Definiremos objetivos concretos, cuyo cumplimiento se pueda medir y cuantificar (número de artículos en prensa, de comentarios en redes sociales, de referencias en publicacio-

nes científicas, patentes derivadas, participaciones o presentaciones en eventos, etc.).

2.4.2. Identificar los públicos

Una vez definidos los objetivos de comunicación, identificamos los distintos segmentos de públicos a los que nos vamos a dirigir. En el caso de los proyectos de investigación, partimos de un reto derivado de las políticas de investigación e innovación responsables (RRI), que se orientan a superar las barreras de «la comunidad relacionada con nuestro proyecto y a mirar hacia los medios y las amplias y múltiples audiencias» (Comisión Europea, 2018). Para ello, debemos seguir estas pautas:

- Asegurar que cada segmento de público-objetivo que hemos identificado es un grupo homogéneo en cuanto a sus características y en relación con nuestro proyecto.
- Definir de la manera más específica y concreta posible cada segmento identificado, señalando hasta donde sea posible características socioeconómicas, profesionales, etc.
- Clasificar y priorizar los distintos segmentos de público en función de su relación con el proyecto (quiénes pueden estar interesados, cooperar con nosotros, contribuir, verse afectados por los resultados, influir en otros segmentos...), anticipando así el mapa en el que se asocian con los objetivos.

2.4.3. Resultado: el mapa de públicos-objetivo

Como producto de la estrategia diseñada en esta fase, elaboramos una tabla de doble entrada con los objetivos específicos de comunicación que establecemos para cada segmento de público-objetivo identificado, haciéndolo de modo que puedan utilizarse como KPI (*Key Performance Indicators*, indicadores clave de rendimiento), es decir, formulados con claridad y medibles cuantitativamente. Si se estima necesario, puede incluirse una columna

para marcar la prioridad que le damos a la comunicación con ese público y otra en la que relacionamos las fases del proyecto en las que se pretende alcanzar cada objetivo.

Tabla 1. Mapa de públicos-objetivo

(PRIORIDAD)	PÚBLICO	OBJETIVO	(FASES)
N	Identificación Segmento 1	Objetivo X Objetivo Y...	Fase N Fase ...

Fuente: elaboración propia.

2.5. ¿Qué vamos a contar de nuestro proyecto de investigación?

La premisa para, una vez definido el mapa de públicos, decidir qué mensajes hay que transmitir para alcanzar los objetivos asociados, es mantener la coherencia de lo que se dice con lo que el proyecto en su conjunto es y hace (Aljure Saab, 2015).

2.5.1. Identificar los contenidos de la comunicación

En este momento planteamos qué temas, contenidos o asuntos relacionados con el proyecto y su desarrollo serán objeto de interés y, por tanto, de comunicación, para cada segmento de público-objetivo. Una buena recomendación para garantizar la coherencia necesaria es destacar como aspectos más relevantes los que tienen que ver con las características del proyecto, el valor público y social de sus resultados, sus logros o sus éxitos (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial [CDTI], 2014).

2.5.2. Seleccionar las ideas-fuerza y los mensajes clave

Es el momento de asignar una idea-fuerza —concepto genérico que, posteriormente, se desarrollará en forma de mensaje clave con una estructura de contenidos, tono y estilo— a cada una de

las estrategias diseñadas —público a público— para alcanzar los objetivos correspondientes (Matilla, 2018).

Aplicado a la comunicación de la investigación, los mensajes con más eficacia potencial serán los que permiten responder a las siguientes preguntas con argumentos basados en los contenidos identificados para nuestro proyecto (Comisión Europea, 2014; Comisión Europea, 2018):

- ¿Cómo se relaciona nuestro proyecto con la vida cotidiana de las personas?
- ¿Qué valor o utilidad tiene para un público-objetivo conocer algo de lo que hacemos?
- ¿Es novedoso?
- ¿Va a cambiar o a modificar algo que conoce el público-objetivo?
- ¿Ofrecemos soluciones a problemas urgentes?
- ¿Qué consecuencias negativas tiene no conocer, usar, aplicar..., algún resultado de nuestro proyecto?

2.5.3. Establecer el estilo

Decidir con suficiente antelación con qué tono, código expresivo, lenguaje o estilo nos dirigiremos a los públicos es una herramienta esencial, tanto para facilitar y agilizar la elaboración de nuestros mensajes y acciones, como para asegurarnos de que nos estamos apoyando en los principios estratégicos exigidos. Cuando traspasamos las fronteras de la comunidad científica, en las que se maneja un estilo específico del campo de conocimiento propio, hay algunas pautas que nos pueden ayudar a sentar unos criterios mínimos:

- Dar prioridad al estilo divulgativo, al tono cercano, al código expresivo sencillo y a la baja exigencia de conocimiento previo; pero todo ello sin renunciar al rigor científico.
- Es más eficaz una historia —con su secuencia de exposición, conflicto, clímax y desenlace, con sus escenarios y personajes— que una enumeración de hechos o resultados.

2.5.4. Resultado: el libro de estilo y argumentario

Como herramienta producto de esta fase estratégica puede resultar muy útil contar con un documento que recoja sus bases y orientaciones.

El libro de estilo puede incluir orientaciones, público a público —y si se estima conveniente objetivo a objetivo—, sobre distintos aspectos de la forma de nuestros mensajes cuando se dirigen a las audiencias que hemos definido para nuestro proyecto. Como líneas generales a desarrollar, podemos partir de las siguientes:

- Emplear recursos que permitan situar nuestro proyecto en un contexto social, cultural, económico y político más amplio, facilitando así la explicación de los resultados y de su relevancia para la ciudadanía y para quienes toman las decisiones que le afectan.
- Partir del conocimiento previo que tiene cada público sobre nuestro campo de actividad, o de lo que piensan u opinan sobre temas relacionados o de ámbitos similares.
- Tener claro si lo que necesita el público en relación con nuestro mensaje es información o persuasión.

Para elaborar un argumentario es muy práctico recurrir a un formato de respuesta a preguntas frecuentes (FAQ):

Tabla 2. Modelo de argumentario

PREGUNTA 1 (FORMULADA TENIENDO EN CUENTA EL OBJETIVO 1)	
Segmento de público N	Respuesta: mensaje clave con idea-fuerza
Segmento de público N	Respuesta: mensaje clave con idea-fuerza
Pregunta N (formulada teniendo en cuenta el objetivo N)	
Segmento de público N	Respuesta: mensaje clave con idea-fuerza

Fuente: elaboración propia.

2.6. ¿A través de qué acciones es más eficiente hacer llegar nuestros resultados y mensajes?

2.6.1. Identificar escenarios

En esta etapa partimos de la observación de los ámbitos de la realidad en los que nuestro proyecto puede realizar aportaciones más impactantes y relevantes, y que sean susceptibles de formar parte de la agenda de actualidad de los medios de comunicación a los que acceden nuestros públicos.

Además de los escenarios de comunicación que la entidad financiadora del proyecto pueda identificar y exigir o recomendar, un buen recurso para orientarnos sobre los que se relacionan con nuestras audiencias es la publicación bianual *Encuesta sobre la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. La más reciente (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología [FECYT], 2019) presenta los resultados de 2018 (más de un año antes de la crisis de la COVID-19) y dibuja algunos escenarios que pueden servir de base para dirigir nuestros movimientos:

- La imagen que la ciudadanía tiene de la ciencia y la tecnología es positiva y se asocia mayoritariamente a la capacidad para hacer frente a enfermedades y epidemias, a la calidad de vida en la sociedad, a la seguridad y la protección de la vida humana y a la generación de nuevos puestos de trabajo.
- La demanda de información científica y tecnológica crece lentamente, y cada vez en más segmentos de público la oferta existente es considerada como deficitaria.
- La televisión es un medio de acceso a contenidos científicos más general, mientras que internet se revela como más específico y cercano al público con mayor interés en temas relacionados.
- La ciencia y la tecnología se sitúan en un tercer nivel en la consideración sobre la necesidad de inversión pública, por detrás de servicios considerados básicos, como la sanidad,

la educación, las prestaciones sociales (desempleo, pensiones) y la vivienda.

2.6.2. Seleccionar acciones

La atención a esas tendencias en los escenarios comunicativos y al mapa de públicos-objetivo, junto con una estimación del esfuerzo temporal y económico que suponen, pueden servir como herramientas básicas para ayudar a elegir las acciones potencialmente más eficientes de entre las que habitualmente tenemos a disposición en la comunicación científica.

Destacamos algunos ejemplos de acciones de comunicación bidireccional para todo tipo de públicos que proporciona la guía sobre comunicación para participantes en proyectos de investigación e innovación de la Unión Europea (Comisión Europea, 2014):

- Diálogos y conversaciones cara a cara o a través de redes sociales.
- Grupos de discusión.
- Conferencias.
- Visitas escolares.
- Excursiones.
- Mesas redondas.
- Exposiciones.
- Reuniones y talleres.
- Eventos de puertas abiertas.
- Demostraciones.
- Intercambios formativos por correo electrónico.
- Debates en internet.

Los ejemplos de acciones de comunicación unidireccional que también recoge esta guía se pueden agrupar en la participación en medios de comunicación de masas y en la producción de información a través de medios propios, y en este momento de la planificación conviene incorporarlos como apunte, para un desarro-

llo más detallado en la siguiente etapa, dedicada a los canales y medios.

Más orientativa en cuanto al impacto que los distintos tipos de acciones pueden tener en los públicos es la Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas [CRUE] y Fundación Española para la Ciencia y Tecnología [FECYT], 2018). Su clasificación en función del valor potencial en procesos de evaluación de la actividad investigadora nos orienta sobre ello:

- Cuando participamos como fuente experta o como autores y protagonistas de contenidos de divulgación científica en medios audiovisuales e internet (40%).
- Lo que escribimos y elaboramos para divulgar la ciencia a través de publicaciones y recursos (30%).
- Lo que organizamos para que la ciudadanía participe de la ciencia: actividades interactivas y concursos (20%).
- Cuando concursamos o competimos para ganar premios u obtener ayudas en convocatorias para la divulgación científica: premios, proyectos y otros (10%).

2.6.3. Resultado: el *briefing*

En este momento de la planificación estratégica es cuando se intensifica la necesidad de profesionalización, ya que inciden con mayor fuerza factores coyunturales y conocimiento experto sobre la situación actual y la oportunidad y optimización de los recursos a disposición.

El *briefing* es el documento base que contiene toda la información necesaria para poder comprender la necesidad y el encargo que se le hace a profesionales de la comunicación para el desarrollo de un plan estratégico; un proceso de *briefing* y la respuesta profesional en forma de *contrabriefing* puede incluso reemplazar el análisis de situación cuando nos enfrentamos a la necesidad de elaborar planes estratégicos de comunicación más

específicos o delimitados (Aljure Saab, 2015) como los que corresponden a un proyecto de investigación.

Formalmente podría ser suficiente con el mapa de públicos-objetivo y una síntesis del libro de estilo y argumentario, a los que se añadiría una aproximación a las acciones de comunicación que estimamos como más adecuadas para cada segmento de público-objetivo. Es importante en este punto de reflexión y/o de intercambio confirmar la viabilidad de las acciones en cuanto a disponibilidad de recursos económicos y humanos, y valorar que las dimensiones de lo planteado están en sintonía y escala con las del propio proyecto.

2.7. ¿Qué canales y medios vamos a utilizar para comunicarnos con nuestros públicos-objetivo?

2.7.1. Seleccionar canales y medios

Estamos ante el último paso para concretar lo que hemos planteado en la fase táctica inmediatamente anterior: especificar los recursos óptimos para llevar a buen puerto las acciones de comunicación necesarias. Aquí vuelven a cobrar protagonismo los públicos y sus características, especialmente las referidas al uso de medios para el consumo de contenidos científicos por su capacidad para orientarnos en esta etapa (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología [FECYT], 2019):

- Internet es el entorno prioritario para la ciudadanía más joven (domina la franja de 15 a 34 años), para los que tienen un alto interés en ciencia y formación universitaria. Y la tendencia es al alza en el resto de las franjas de edad y nivel de estudios. Quienes eligen la Red para informarse sobre ciencia lo hacen a través de: redes sociales (76%, es el medio principal para jóvenes de 15 a 24 años); vídeos (62%); medios digitales generalistas (59%, con un perfil de hombres mayores de 44 años y con mayor nivel de estudios); Wikipedia (52%); medios digitales especializados en

ciencia y tecnología (44%, alto en grandes ciudades y en crecimiento); blogs o foros (35%, más frecuentes en edades de 25 a 34 y formación universitaria, en retroceso); y *podcasts* o radio digital (24%).

- Los libros y revistas de divulgación científica o técnica son significativos para quienes tienen formación universitaria (46%) y un mayor interés por los temas de ciencia y tecnología (43%).
- La televisión (76%) y la radio (28%) se perfilan claramente como los medios más generalistas, con audiencias significativas en todos los segmentos de edad, nivel de estudios, tipo de hábitat, grado de interés, etc.
- De los escenarios minoritarios en volumen, el entorno personal (familia, amigos) es al que más se recurre (0,8%), con mayor intensidad en audiencia con nivel de estudios primarios, incompletos o menos.

De estos resultados se desprende una diferenciación entre dos bloques de canales que merecen una atención específica en otros capítulos del presente libro:

- Los medios de comunicación o publicaciones. La participación desde el proyecto de investigación en los que poseen un carácter masivo se realiza en calidad de fuente del periodismo o de la divulgación científicos, lo que requiere atender a la formación de portavoces y a las relaciones con la prensa. Tiene aquí cabida la elaboración de productos comunicativos dirigidos a encontrar eco en los medios masivos (notas, comunicados o conferencias de prensa; boletines informativos; manuales, folletos; *podcasts* o vídeos explicativos; carteles; sitio web).
- Los entornos sociales (medios y redes más reducidos en cuanto a audiencias globales, pero altamente segmentadas y con una mayor predisposición al mensaje). Recursos dirigidos a públicos más específicos y a acciones centradas en la conversación, la gestión de comunidades o las relaciones directas con los públicos en redes sociales.

2.7.2. Resultado: el plan de acción

Este documento sería el resultante de sumar la especificación del instrumento de comunicación (canal, medio, producto) a la información que resumimos y sintetizamos en el *briefing*. Por su claridad, recomendamos una de las plantillas para su formulación, por público y objetivo, que recoge Aljure Saab (2015, pág. 184):

PÚBLICO	OBJETIVO DE COMUNICACIÓN		
PÚBLICO N	OBJETIVO N		
IDEA-FUERZA	TONO-ESTILO	TÁCTICA	INDICADORES
Mensajes clave a transmitir en la acción	Orientaciones sobre tono, estilo y formato	– Acción de comunicación – Instrumentos o medios específicos de comunicación para llevarla a cabo	Cuantificación del cumplimiento de objetivos

2.8. ¿Cuándo vamos a comunicar y cuánto nos va a costar?

2.8.1. Programar el calendario

En el caso de los proyectos de investigación, las orientaciones sobre la temporalización de la comunicación planificada se resumen en tres (European IPR Helpdesk, 2018):

- La planificación estratégica de la comunicación comienza incluso antes que el propio proyecto, en la etapa de propuesta.
- Para el establecimiento de hitos, se debe tener en cuenta el calendario global del proyecto y cómo se coordinan las acciones de comunicación con las de diseminación y explotación.

- La comunicación necesita ser constantemente monitorizada, revisada y ajustable a lo largo del curso del proyecto. Para ello se recuerda la importancia de asociar indicadores clave de rendimiento en la documentación que genera la planificación estratégica (y si es posible, con inclusión o vínculo también en el calendario).

2.8.2. Resultado: cronograma y presupuesto

Toda la información reflejada en los distintos documentos y productos resultado de las distintas fases del plan estratégico de comunicación debe sintetizarse y organizarse en función de dos criterios y con dos resultados que completan el plan estratégico de comunicación mediante la asignación de recursos humanos y económicos y su temporalización:

- Las tareas por realizar, con la estimación de duración, hitos y recursos humanos implicados (CRONOGRAMA).
- La asignación y distribución de los recursos económicos disponibles (PRESUPUESTO).

2.9. Conclusiones

La planificación estratégica de la comunicación se revela como un instrumento óptimo para superar las dificultades tradicionales de los proyectos de investigación para traspasar las fronteras de los círculos expertos, demostrar su relevancia pública, justificar su financiación y potenciar su transferencia. Para los proyectos de investigación, los beneficios de un plan de comunicación van desde el aumento de las posibilidades de éxito de las propuestas hasta el fortalecimiento de la investigación y de la innovación en la sociedad, pasando por la mejora de la visibilidad, los apoyos, las opciones de financiación, el intercambio de conocimiento o el rendimiento de las aportaciones directas de los resultados del proyecto a distintos sectores y niveles.

A pesar de sus beneficios potenciales, en España la planificación estratégica de la comunicación de proyectos de investigación no es habitual. Los investigadores atribuyen estos problemas a tres causas: la escasez de recursos humanos y económicos con los que se cuenta, el reducido peso que se le da en las convocatorias y programas de investigación y la falta de conocimiento y experiencia en el ámbito de la comunicación.

Afortunadamente, la tendencia en las iniciativas de política científica, con la integración de la comunicación como eje destacado en las iniciativas de investigación e innovación responsables (RRI) y en programas como el europeo Horizonte 2020, es aumentar su peso en las propuestas y partidas de financiación de proyectos. Eso podría significar un paso hacia otra de las demandas en este ámbito, la de la profesionalización de la comunicación científica en todos los niveles, incluido el de los proyectos de investigación.

En todo caso, la planificación estratégica de la comunicación de un proyecto de investigación implica tener en cuenta, para garantizar un mínimo de eficacia y de eficiencia, unos principios básicos: realizar tareas de análisis preliminar para identificar a todos los segmentos posibles de nuestro público-objetivo; determinar las ideas-fuerza y mensajes clave para la consecución de esos objetivos y elaborar un argumentario y recomendaciones de estilo; escoger los escenarios y las acciones más adecuados a nuestras audiencias y recursos; seleccionar los canales y medios más eficientes; y programar y asignar los recursos humanos y económicos, los espacios y los tiempos de los que disponemos al desarrollo del plan.

2.10. Referencias

- Aljure Saab, A. (2015). *El plan estratégico de comunicación*, Editorial UOC.
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (2014). *Guía del participante en horizonte 2020*, CDTI. Disponible en: http://eshorizonte2020.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion_internacional/HORIZONTE%202020/29236_2872872014135311.pdf

- Ciberimaginario (2019). *Voces para una comunicación científica eficiente*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/voces-comunicacion-cientifica-eficiente/>
- Comisión Europea (2013). *Science with and for society*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>
- Comisión Europea (2014). *Communicating EU research and innovation guidance for project participants*. Comisión Europea. Disponible en: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/gm/h2020-guide-comm_en.pdf
- Comisión Europea (2018). *Communicating your project*. Disponible en: https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/grants/grant-management/communication_en.htm
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) y Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) (2018). *Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador*. Disponible en: <http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Sectoriales/I+D+i/Guia%20Valoraci%C3%B3n%20Divulgaci%C3%B3n%20Nov%20VDEF.pdf>
- European IPR Helpdesk (2018). *Making the most of your H2020 project. Boosting the impact of your project through effective communication, dissemination and exploitation*. Disponible en: https://www.iprhelpdesk.eu/sites/default/files/EU-IPR-Brochure-Boosting-Impact-C-D-E_0.pdf
- Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) (2019). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2018*. Disponible en: <https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Martín Sempere, M. J. y Rey Rocha, J. (2007). *CICOTEC. El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología a la sociedad: Actitudes, aptitudes e implicación*, Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/1616/1/30_Papel.pdf

- Matilla, K. (2018). *Cómo hacer un plan estratégico de comunicación vol. I. Un modelo de planificación estratégica, paso a paso*, Editorial UOC, Barcelona.
- Seguí Simarro, J. M.; Poza Luján, J. L. y Mulet Salort, J. M. (2015). *Estrategias de divulgación científica*, Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

3

Diseñar una estrategia de *marketing* de contenidos científicos

*Joaquín de Aguilera*¹

Ideas clave

Una correcta utilización del *marketing* de contenidos para una acción de comunicación científica y técnica debería ajustarse a los siguientes pasos:

- Establecimiento de objetivos: qué se pretende conseguir con dicha acción, cuál es el *output* esperado.
- Establecimiento de los KPI y métricas adecuadas para monitorizar el proceso y analizar resultados.
- Auditoría de activos de contenido y de iniciativas: qué contenidos están disponibles y qué iniciativas se van a realizar, qué contenidos son útiles para éstas y cuáles deben ser nuevos.
- Identificación del público, o públicos, objetivo: segmentación, jerarquización de segmentos y *reader persona*.
- Creación y producción de contenido (originales, reutilizados o curados).
- Distribución de los contenidos.
- Análisis de resultados.

1. Director del Master in Digital Marketing, codirector del Customer Analytics Farm, Profesor de *Marketing* y Comunicación-IE University.

3.1. Introducción

Son muy numerosas las técnicas y herramientas que nos brinda el *marketing* digital —como se denomina comúnmente al conjunto de técnicas nacidas a partir de la aparición de internet, para diferenciarlas del conocido como *marketing* tradicional, que engloba las técnicas nacidas antes de la aparición de internet— en su posible aplicación a la comunicación científica.

Gran parte, si no la mayoría de ellas, se tratan en diversos capítulos de esta obra: redes sociales, *marketing* de buscadores, vídeo, realidad extendida... así como diversos aspectos relacionados con las estrategias, los públicos, los canales, la medición de la eficacia... Es imprescindible, por lo tanto, acotar el alcance de este capítulo. Y hacerlo en tres aspectos fundamentales de la comunicación: en lo que respecta a las audiencias, en lo que respecta a los objetivos y en lo que respecta a las técnicas y canales.

Podemos distinguir, en una primera aproximación, dos grandes grupos de públicos: el formado por la comunidad científica —desde profesionales de la investigación y la docencia a los profesionales de ciencias y tecnología aplicadas, pasando por estudiantes de carreras científicas e ingenierías y por los «aficionados» a estos temas; podríamos incluir también en este grupo a los representantes de instituciones públicas relacionados, directa o indirectamente, con la ciencia y la tecnología— y el resto. El primero tiene establecidos sus propios canales de difusión y de acceso a los contenidos científicos, desde los más especializados a los más generales; es el segundo el que nos interesa.

En él deberíamos concentrarnos en aquellos segmentos de mayor «valor» —por su formación, actitudes y comportamiento—. Deberíamos, en principio, concentrar los esfuerzos en ellos y destinar acciones más divulgativas de base a los restantes, usando técnicas de comunicación masiva —el recurso a las televisiones y radios públicas es recomendable en este caso—.

Todo ello nos lleva a los objetivos, que, en este grupo, se concretan, evidentemente, en uno principal: la alfabetización científica y tecnológica.

Aunque esta necesidad de alfabetización afecta a todo el conjunto de la sociedad, parece obvio que son las generaciones más jóvenes las que deben constituir el principal objetivo de esta labor, pues son ellas las principales responsables de conformar el futuro.

Y, finalmente, en lo que respecta a las técnicas, deberíamos hacer una primera selección, descartando los medios pagados, tanto *offline* (televisión, radio, prensa, etcétera) como *online* (*display*, *paid search* y *paid social*), concentrándonos en medios propios y ganados.

En lo que respecta a los primeros, el principal es, sin duda alguna, la página web, seguida muy de cerca por las *apps* y los blogs, así como el *emailing* y la gamificación. Las páginas en redes sociales (como, por ejemplo, un canal en YouTube) también se consideran medios propios, estando su consideración de medios ganados, o compartidos, más directamente relacionada con su capacidad de viralización —o de diseminación de la información en red—; en cualquier caso, no los consideraremos en este capítulo, pues cuentan con uno propio.

En lo que respecta a los segundos, los medios ganados, convendría utilizar las técnicas clásicas, desde las relaciones públicas a los *influencers*, por ejemplo, con un foco principal, obviamente, en las redes sociales y su extraordinaria capacidad de viralización.

Concentraremos este capítulo en las técnicas de *marketing* de contenidos. Aquellas técnicas no intrusivas de distribución de contenido que, por su relevancia, atraen a la audiencia y que, aunque con un amplio espectro de objetivos, tienen como foco principal la parte alta del embudo (*funnel*): conocimiento, tráfico y generación de *leads*.

3.2. La comunicación científica para las generaciones *millennial* y *Z*

Según la obra *Science Literacy. Concepts, Contexts and Consequences*, publicada por la National Academies Press, organismo

que edita los informes de las academias de ciencias, ingeniería y medicina de los Estados Unidos de América, «Existen cuatro razones que justifican la importancia de la alfabetización científica. Tres de estos argumentos (el económico, el democrático y el cultural) justifican el valor que tiene la alfabetización científica para las sociedades y las naciones. Quizás la justificación más común es la de que una población con mayor alfabetización científica puede contribuir a que las sociedades democráticas tomen decisiones prudentes y equitativas sobre asuntos políticos con implicaciones científicas».

Concepto en el que abundan Funk y Goo, cuando afirman que «Una gran variedad de académicos han defendido que el conocimiento de asuntos y conceptos científicos identifica a un público informado. Según el desarrollo científico y tecnológico aporta nuevos temas al debate público —desde los coches sin conductor y la exploración espacial hasta el cambio climático y los alimentos genéticamente modificados— un público con un mayor conocimiento de datos y principios científicos es percibido a menudo como más capaz de entender estos desarrollos y de emitir opiniones fundamentadas sobre los mismos».

Es evidente, pues, la importancia de una adecuada alfabetización de la sociedad en conceptos y datos científicos, mediante la diseminación, difusión y divulgación de éstos. Aunque, como hemos dicho anteriormente, son las generaciones más jóvenes las que deben constituir el principal objetivo de esta labor.

Según el informe de resultados de la novena edición de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia (EPSCYT), realizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), organismo dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación: «La ciudadanía considera en general que su nivel de educación científico-técnico es bajo, o al menos más bajo de lo que les gustaría, ya que el 40,6% de las personas encuestadas lo califica así, frente a un 12,6% que lo considera «muy alto» (1,6%) o alto (10,9%). El 46,3% de las personas entrevistadas califica su nivel formativo científico y técnico de normal.»

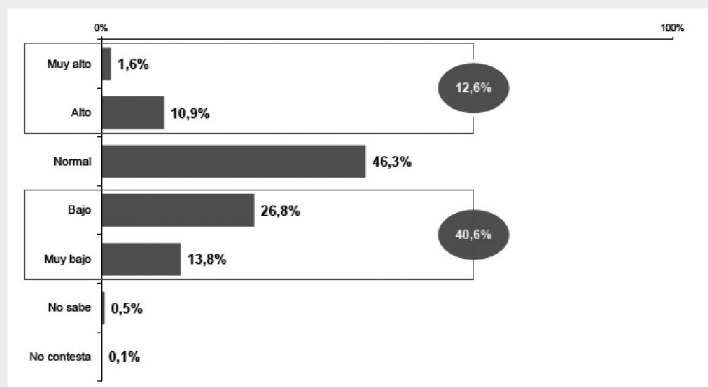


Figura 2. Percepción sobre el nivel de educación científica y técnica recibido. Fuente: IX EPSCYT 2018-Informe de resultados (FECYT. 2018, pág. 168).

Según la edición 2017 del Global Shapers Survey, elaborado por el World Economic Forum, la mitad de la población mundial tiene menos de 30 años. La inmensa mayoría de estos jóvenes declaran ser altamente favorables a la tecnología y la innovación, así como estar interesados por fenómenos directamente relacionados con la ciencia, como puede ser el cambio climático, tal y como demuestra el Global Shapers Survey. Es una generación que está, en términos generales, socialmente comprometida.

Según datos de la IX EPSCYT 2018, anteriormente citados, el 16,3% de las personas entrevistadas declara, de manera espontánea, estar interesada por temas de ciencia y tecnología.

Los hombres (18,9%) demuestran un mayor interés por estos temas que las mujeres (13,9%), mientras que, en lo referente a edad, son los más jóvenes, de entre 15 y 24 años (22,8%) y de entre 25 y 34 años (20,8%), quienes manifiestan estar más interesados en esta temática, interés que disminuye paulatinamente con el incremento de edad.

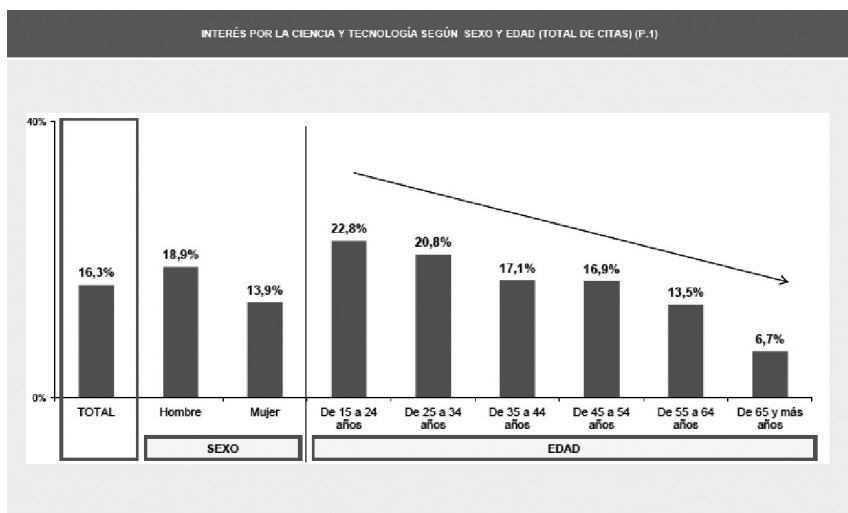


Figura 3. Interés por la ciencia y tecnología según sexo y edad.
Fuente: IX EPSCYT 2018-Informe de resultados (FECYT. 2018, pág. 168).

Se confirma la tendencia de ediciones anteriores de que a un mayor nivel de estudios corresponde un mayor nivel de interés, que prácticamente alcanza un 25% entre aquéllos con estudios superiores, de primer, segundo o tercer grado.

Los dos grupos de edad que manifiestan mayor interés en temas de ciencia y tecnología son, por tanto, los comprendidos entre los 15 y los 34 años.

Vamos a dar por supuesto, con mucha dosis de buena voluntad, que el proceso de alfabetización científico y tecnológico a los menores de 18 años se desarrolla, como debería ser, dentro de los contextos educativos propios, tanto formales (currículum, programas), no formales (temas no incluidos en el programa pero que resultan de interés) e informales (por ejemplo, los canales de YouTube, para los que pueden actuar como prescriptores tanto sus pares como el profesor).

Nos concentraremos, por tanto, en los dos grupos generacionales anteriores a quienes están en edad escolar: los conocidos como *millennials* y los miembros de lo que se ha dado en llamar Generación Z. La primera cohorte, también conocida como Generación Y, incluye a los nacidos entre mediados de los años 80 y mediados de

los 90, mientras que la segunda cohorte engloba a los nacidos a partir de mediados de los 90. Es decir, jóvenes que se encuentran, mayoritariamente, estudiando o activos en el mercado laboral.

Con especial dedicación, además, a aquellos que están cursando estudios, o han obtenido ya títulos, superiores de primer, segundo y tercer ciclo. Salvo, obviamente, aquellos que cursan sus estudios y/o ejercen sus carreras profesionales entre las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, según sus iniciales en inglés), que entran dentro del grupo que hemos definido como comunidad científica.

En resumen, toda la población española, de entre 18 y 34 años con estudios superiores.

En lo que respecta a la utilización de los medios de comunicación para obtener información sobre temas de ciencia y tecnología, el citado informe de FECYT, IX EPSCYT 2018, nos indica que «La televisión es el medio más utilizado para informarse sobre ciencia y tecnología (75,7%). Le sigue a cierta distancia internet, prensa digital, redes sociales y otras web (sic) (63,4%), a pesar que en la primera cita internet supera ligeramente a la televisión» y que «a pesar (de) que el principal medio para recabar información sobre ciencia y tecnología es la televisión, internet supera a este medio entre personas de 15 a 34 años (algo más entre los hombres que entre las mujeres) y entre las personas con formación universitaria.»

Lo que se corresponde al ciento por ciento con las características del público objetivo seleccionado.

Las generaciones *millennial* y *Z*, con sus hábitos propios de acceso a y de consumo de contenidos resultan elusivas a las herramientas tradicionales de comunicación. No entraremos aquí a hablar de los hábitos en el acceso y el consumo de contenidos de estas dos cohortes demográficas, que ya son de todos sobradamente conocidos. Pero sí destacaremos que, aparte de un uso preponderante de internet, particularmente de las redes sociales, como fuente de acceso a los contenidos de su interés, en una mayoría de los casos, como pone de manifiesto el informe de Media Insights, no son buscadores activos de noticias, sino que se las «encuentran» mientras navegan por sus plataformas más habituales.

El *marketing* de contenidos o *Content Marketing* puede convertirse en una excelente herramienta para atraerles hacia contenidos de comunicación científica y tecnológica.

3.3. El *marketing* de contenidos

3.3.1. Naturaleza y concepto

El *Content Marketing* Institute, el principal centro impulsor y divulgador de esta técnica, define el *marketing* de contenidos (*content marketing*) como «una técnica estratégica de *marketing* enfocada en crear y distribuir contenido valioso, relevante y consistente para atraer y retener a una audiencia claramente definida y, en última instancia, para promover una acción provechosa por parte del cliente». Es precisamente esta misma definición la que incluye en su web Hubspot, la principal plataforma dedicada al *marketing* de contenidos.

Joe Pulizzi (2012), creador del citado instituto, refuerza la idea anterior, pero subraya el hecho de que es la propia marca, la marca misma, quien crea el contenido. En la misma línea se manifiesta la mayoría de los autores que han tratado el tema, si bien varios de ellos añaden algún detalle de valor a la definición. Así, Duncan (2013) señala que el alcance del *content marketing* está limitado a la realización de una propuesta de venta o una llamada a la acción, así como que el contenido es información o entretenimiento. Zmuda (2013) recuerda que se transmite vía medios propios y ganados, nunca pagados, pues en este caso sería publicidad, opinión que comparte plenamente Rebecca Lieb (2013). Nosrati, Karimi, Mohamadi y Malikian (2013) lo circunscriben a medios y publicaciones y Rick Ramos (2013), finalmente, incluye un nuevo objetivo, el de educar, junto a los ya citados de generar *engagement* y adquirir el cliente o prospecto.

Por lo tanto, podríamos redactar la siguiente definición «de consenso» del *content marketing*: una técnica de *marketing* que consiste en la creación y distribución, por parte de una marca, de contenido relevante, valioso y convincente, a través de medios propios y

ganados, para atraer, adquirir, educar y *engage* a clientes y prospectos. El contenido puede ser informativo o educativo y, si bien no realiza ninguna propuesta de venta o llamada a la acción, tiene como objetivo promover una acción beneficiosa para la marca por parte del cliente y/o prospecto.

Con la posible salvedad de la última oración, y si sustituimos «marca» por «científico» —sea éste una persona física o una institución— la definición se ajusta perfectamente a nuestros propósitos.

El *content marketing* consiste en proporcionar información y apoyo a los clientes; se centra en suministrar experiencias de valor. Es educativo por naturaleza, pues se basa en el intercambio de lealtad por conocimiento.

El *marketing* de contenidos se inscribe, como todos los tipos de *branded content*, en un modelo de interacción con el cliente de estrategia *pull*, en la que es la audiencia quien libremente decide acceder al contenido de marca, porque lo percibe como relevante, considera que le añade valor —información o educación, en este caso—. Es, por tanto, un modelo opuesto al de la publicidad tradicional, de tipo *push*, en el que se fuerza a la audiencia a someterse al contenido de marca, mediante la interrupción y la repetición.

Los avances tecnológicos que se han producido en el ámbito de la distribución de contenidos tienen, como una de sus principales consecuencias, la posibilidad de acceder a éstos cuándo, cómo y dónde se desee y, sobre todo, si se desea. Esta característica *pull* es la idónea para los *millennials* y la generación Z, pues, como nativos digitales, tienen unos hábitos de consumo de medios muy particulares, que les hacen muy elusivos frente a las técnicas de transmisión de contenido tradicionales.

3.3.2. Formatos

El *marketing* de contenidos es una herramienta esencialmente digital, en la que tanto los formatos como las plataformas de distribución son digitales.

Podemos clasificar, sin que sea de manera exhaustiva, los diferentes formatos del *marketing* de contenidos de la siguiente manera:

- Texto:
 - Corto: textos web, *emails*, artículos, cómo se hace (*how to*), preguntas y respuestas frecuentes, testimoniales, *newsletters* y revistas *online*, notas de prensa, blogs.
 - Largo: *ebooks*, libros blancos, casos de estudio, guías, *playbooks*, directorios.
 - Micro: *posts*, tuits, comentarios.
- Gráfico:
 - Ilustraciones: infografías, gráficos, datos.
 - Presentaciones: PowerPoint, Prezi u otras herramientas.
 - Fotografías, GIF.
- Audiovisual:
 - Vídeos: narrativos, entrevistas, testimoniales, *demos*, tutoriales.
 - *Webinars*.
 - *Podcasts*.
- *Apps* y juegos.

Como puede verse, todos y cada uno de los formatos son perfectamente adecuados para la transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos. Y perfectamente adaptables, además, a diferentes niveles de profundidad, a diferentes audiencias y objetivos.

Pueden utilizarse, por ejemplo, para la divulgación de conceptos con menor extensión y profundidad: infografías, GIF, preguntas y respuestas; o cuando se requiere mayor extensión y profundidad: *ebooks*, libros blancos, presentaciones, *webinars*... En aquellos casos en los que se precisa un carácter demostrativo se pueden usar vídeos narrativos, testimoniales, *demos*, y cuando puedan dotarse de una aproximación menos formal y más lúdica, utilizar juegos. En ocasiones pueden ser puntuales, como la publicación de *posts* específicos, o regulares, como cuando se pone en marcha un blog o una *newsletter*. Pueden estar destina-

dos a transmitir una información concreta o a generar tráfico hacia la página web o hacia blogs. Es decir, que contamos con una gama amplia que nos permite adaptarnos a las necesidades de comunicación del proyecto: más o menos formales, más o menos especializados, más o menos entretenidos, más o menos didácticos...

Consideramos que resultan particularmente útiles —para este público y sus hábitos de consumo, unido a un mensaje científico no especializado pero dirigido a un público razonablemente educado— los blogs y los vídeos.

3.4. Desarrollando una estrategia de *marketing* de contenidos científicos y tecnológicos

3.4.1. Definición de objetivos

El primer paso debe ser el de una correcta definición de los objetivos que pretenden alcanzarse con la actividad de comunicación.

¿Se trata de dar a conocer una noticia (puntual) sobre un descubrimiento, los resultados de una investigación, el inicio de un proyecto, la creación de una organización, la extensión de atribuciones de otra, una dotación o ampliación de fondos...? ¿Se trata, por el contrario, de establecer una relación duradera y sólida entre la audiencia y una organización o un proyecto científico concretos? ¿Se trata de recaudar fondos, mediante crowdfunding o métodos más tradicionales, como una suscripción, para la financiación de un proyecto? ¿Se trata de reclutar colaboradores? ¿Lo que se busca es simplemente obtener una base de datos cualificada, para posibles actividades futuras?

Cada posible objetivo va dirigido a un público concreto, con características concretas, y precisa de un tipo de comunicación y del uso de unos canales específicos.

Todo objetivo debe cumplir una serie de características, que podemos resumir mediante el acrónimo SMART —a partir de las ini-

ciales de las palabras anglosajonas *Specific* (específico), *Measurable* (medible), *Achievable* (alcanzable), *Realistic* (realista) y *Timely* (oportuno y/o en tiempo)— y que coincide con la palabra *smart*, que significa inteligente, listo, hábil.

Debe responder clara y positivamente, por tanto, a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se quiere conseguir exactamente?
- ¿Cómo se sabrá que se ha alcanzado el objetivo?
- ¿Se tiene la capacidad necesaria para cumplirlo?
- ¿Es un objetivo realista de alcanzar?
- ¿Cuándo se pretende exactamente alcanzarlo?

Todo objetivo debe contar, además, con indicadores clave de desempeño o indicadores de gestión (traducción al español del habitualmente utilizado acrónimo KPI, formado por las iniciales de las palabras inglesas *Key Performance Indicator*), unas unidades de medida que permiten identificar el rendimiento, y nivel de desempeño, de una determinada acción.

Los KPI deben contar con sus respectivas métricas, datos expresados numéricamente que nos sirven para analizar el rendimiento de una determinada acción. Por ejemplo:

- 1.000 visitas a la página web.
- 75 *leads*.
- 20 suscripciones.

Ello nos permitirá determinar el grado de desempeño (KPI) de una acción concreta, en un período concreto, imprescindible para el objetivo de alcanzar, como en este ejemplo, un determinado número de suscriptores en un plazo determinado.

3.4.2. Auditoría de activos y de iniciativas

Es muy conveniente, antes de realizar cualquier tipo de acción, llevar a cabo una auditoría exhaustiva de los contenidos —o de

Una vez identificados los posibles activos, clasificarlos perfectamente de acuerdo con una serie de criterios preestablecidos: título, tipo de contenido, formato, público para el que es adecuado, «propietario» del contenido dentro de la organización y cualquier otro que sea relevante.

Existen numerosas plantillas preestablecidas que pueden encontrarse con facilidad en internet. Entre ellas las ofrecidas por Hubspot, principal plataforma de *software* de *marketing* y ventas especializada en *marketing* de contenidos, o por el Content Marketing Institute, por poner dos ejemplos.

[illegible]

Disponible en: <https://www.hubspot.es/biblioteca-marketing>

Una vez realizada la auditoría de activos debe realizarse una segunda de iniciativas (*events-based*), en la que se detallen las

próximas prioridades, mes a mes, una descripción general de la iniciativa, tema a tratar, temas de los *posts*, acciones por canal, etcétera.

Debe a continuación cotejarse con la auditoría de activos y, a partir del resultado, decidir qué contenido existente se utilizará y cuál debe crearse nuevo.

3.4.3. Identificación de la audiencia objetivo

En primer lugar se debe definir claramente el público objetivo, tanto en lo que se refiere a variables sociodemográficas como actitudinales, tanto declaradas como observadas —mediante *social listening*, por ejemplo—, además de variables de comportamiento observado —a través del uso de la tecnología digital—.

A continuación, si procediese, se realizará un ejercicio de segmentación y de jerarquización de segmentos.

El siguiente paso debería ser el diseño de una jerarquía de persona (*reader persona*), para sus diferentes segmentos. El concepto de *persona* (*user persona*, *customer persona*, *buyer persona*, *reader persona*) es de uso común en el entorno del *marketing*, la comunicación, el diseño y la tecnología, sobre todo en sus aplicaciones más directamente digitales. Para utilizar una definición comúnmente aceptada recurriremos a la de Wikipedia: «Persona [...] es un personaje de ficción creado para representar al usuario tipo que puede utilizar un sitio, una marca o un producto de manera similar. En *marketing* puede utilizarse *persona* junto a la segmentación de mercados, construyéndose *personas* cualitativas para representar segmentos concretos».

En esta misma línea, *reader persona* sería el resumen de un miembro medio de un determinado segmento de la audiencia. Personalizar la audiencia, conocer a quien va a ver, leer o escuchar permite adaptar el contenido para ella, convirtiéndolo en más eficaz al dotarle de mayor relevancia.



Figura 5. Ilustración ejemplo de *reader persona*.

Fuente: Internet.

¿Quién es? ¿En qué trabaja? ¿Cuáles son sus intereses y aficiones? ¿Qué le interesa en el área de ciencia y tecnología? ¿Qué papel queremos que represente? ¿Por qué le interesaría nuestro proyecto? ¿Qué fuentes utiliza para obtener información? ¿Cómo realiza la búsqueda y cuáles son sus hábitos de navegación? ¿Qué redes sociales son las que utiliza más habitualmente?

El proceso para crear *reader persona* es sencillo, una vez identificados los segmentos en que se ha decidido dividir la audiencia. Los pasos más habituales para ello serían los siguientes:

1. Comenzar con las características sociodemográficas, que suelen ser las más fáciles de encontrar. Las variables más comunes serían la edad, el sexo, el hábitat, el nivel de formación, el nivel de ingresos, el estado civil, el número de hijos, etcétera.

Dos fuentes muy útiles para encontrar este tipo de datos, sobre todo si estamos hablando de un entorno digital, de redes, son Alexa, la herramienta de Amazon para SEO, *targeting*, PPC, etcétera, y, obviamente, Google Analytics.

2. El siguiente paso es el de identificar las características psicográficas, que deben responder a preguntas del tipo: ¿qué quieren conocer o aprender?, ¿qué importancia tiene para ellos?, ¿qué conocimientos tienen al respecto?, etcétera.

Desgraciadamente, Alexa o Google Analytics no pueden ayudarnos en esta etapa. Numerosos especialistas recomiendan recurrir a la plataforma Reddit, en la que se desarrollan conversaciones sobre gran cantidad de temas. Para localizar los de interés basta con utilizar la función *subreddit search*.

En caso de no poder utilizarse Reddit, o si quiere ampliarse la información obtenida, buscar información en los numerosos foros que existen en internet sobre todos los temas habidos y por haber. BuzzSumo es también una buena fuente de información, aunque más útil a la hora de buscar *insights* para desarrollo de contenido.

3. Terminar con datos sobre comportamiento, sobre cómo y dónde buscan contenido, qué formatos prefieren para consumirlo, con qué frecuencia lo hacen, etcétera.
4. Una vez reunida toda esta información sólo queda construir esas personas, una, dos o tres por segmento, y diseñar el contenido de acuerdo con las características de cada una de ellas.

3.4.4. El proceso de creación del contenido

El primer paso debería consistir en definir el equipo responsable, identificando a las personas en función de las tareas a realizar, entre las cuales podemos destacar:

- Gestión y estrategia de contenidos.
- Creación (redacción, diseño...).

- Producción (por ejemplo, en caso de vídeo).
- Edición.
- Diseño (de la página, blog, *newsletter*...).
- Coordinación.

Obviamente, todo a escala del tamaño de la organización; o todo en uno, si se trata del trabajo de un solo científico o de un equipo pequeño.

Es necesario determinar con exactitud el flujo de trabajo: qué tareas hay que realizar, en qué orden deben realizarse y quién supervisará el proceso, establecer claramente las diversas fechas de entrega, que suele ser parecido al siguiente (si se trata, por ejemplo, de un blog):

- Esbozo completado.
- Primer boceto completado.
- Edición completada.
- Diseño y maquetación completada.
- Boceto final completado.
- Publicación.

Todo el trabajo debe realizarse en función de un plan táctico, que defina:

- Qué temas se tratarán.
- Con qué frecuencia.
- En qué canales.
- Bajo qué directrices.

Conviene además contar con un calendario editorial, que puede ser mensual, semanal o incluso diario, dependiendo de la frecuencia con que se publique, en el que se detalle cada una de las piezas a publicar, con su responsable, las fechas de entrega y publicación, el título, la temática, los *keywords* para SEO, el público objetivo, etcétera.

HubSpot		TOPIC/TITLE	CONTENT/DETAILS	KEYWORD(S)	TARGET PERSONA(S)
MONDAY					
		12 Revealing Charts to Help You Benchmark Your Business Blogging Performance [NEW DATA]	Explain importance of blogging and how to benchmark your efforts to guarantee success	business blogging, blogging benchmarks	Owner Ollie, Mary Marketer
TUESDAY					
		Top SEO Tips Straight From the Industry Experts [INFOGRAPHIC]	Highlight SEO tips through expert advice while promoting complete guide	search engine optimization, SEO	Owner Ollie, Mary Marketer
WEDNESDAY					
		How to Craft the Right Questions for Your Next Marketing Survey	Use an excerpt from the Marketing Surveys ebook to provide readers beneficial survey best practices	marketing surveys, survey marketing	Owner Ollie, Mary Marketer
THURSDAY					

Figura 6. Ejemplo de calendario editorial de Hubspot. Fuente: Hubspot.

Disponible en: <https://www.hubspot.es/biblioteca-marketing>

Deben establecerse unas directrices editoriales que definan las características del proyecto, el estilo y tono de voz preferentes y las características que deben cumplir todos los contenidos relacionados con el proyecto. Por ejemplo:

- Nuestro proyecto es ... y ..., además ...
- Nuestro tono debe ser (formal/serio/educativo/inspiracional/entretenido/otro).
- Publicaremos contenido (original/curado/mixto).
- Publicaremos cada (día/semana/mes/otro).
- Habrá enlaces con otras páginas en los siguientes casos ...
- Reconoceremos a nuestros autores de la siguiente manera (firma/bio/cargo/otro).

Es útil desarrollar además directrices de este estilo para los diferentes canales, ya que no debe tener el mismo tratamiento una publicación en, por ejemplo, Instagram que un blog.

Es también muy útil en ocasiones contar con la ayuda de un especialista en SEO que formatee y adapte el contenido.

En una organización que haya decidido confiar en los contenidos como herramienta esencial para la consecución de sus objeti-

vos, dependiendo de su tamaño, el volumen de creación de contenido original puede convertirse en excesivo.

Como solución puede recurrirse a:

- Reutilizar material existente (*repurposing*), bien mediante su publicación en otros canales diferentes (*republishing*) o mediante su reciclaje (*recycling*), convirtiéndolo a otros formatos (hacer un *podcast* a partir de unos *posts*, construir un *e-libro* a partir de varios blogs, diseñar y publicar gráficos a partir de datos internos...).
- El uso de material de terceros (*curation*), previa autorización de estos últimos.

3.4.5. La distribución de contenido y la medición de resultados

La columna vertebral de una estrategia de *marketing* de contenidos suele ser la página web, por lo que uno de los principales objetivos deber ser el de generar tráfico hacia ella.

Por tanto, las acciones de posicionamiento, tanto pagado como orgánico, representan una actividad crucial. Sigue siendo Google el actor dominante en el terreno de los buscadores, por lo que debemos tener muy en cuenta sus características para obtener buenas posiciones en el mismo.

Primero, mediante un exhaustivo y riguroso ejercicio de identificación de las palabras clave de búsqueda (*keywords*). Pero también, teniendo en cuenta los cambios que se han realizado en los algoritmos de este buscador, es obligado no sólo a pensar en términos de palabras sino de temáticas —conjunto de contenidos o *topic cluster*—, en el que una sola página de contenido —*pillar page*—, exhaustivo y riguroso, se convierte en el núcleo de un conjunto de otras páginas y piezas de contenido directamente relacionadas con el tema central.

Conjuntos de temas

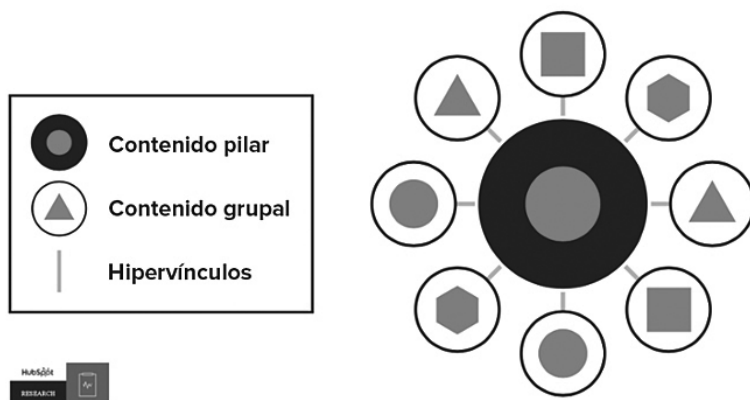


Figura 7. Esquema del sistema de conjunto de contenidos (*topic cluster*) de Hubspot. Fuente: Hubspot.

Disponible en: <https://www.hubspot.es/biblioteca-marketing>

Una correcta estrategia de temas permite ocupar esos espacios de la primera página de Google, la posición cero por encima de los resultados de las SERP, conocidos como fragmentos destacados o, mucho más comúnmente, por su nombre en inglés de *featured snippets*. Simplificando mucho, ocupan esa posición porque los algoritmos consideran que son los que mejor responden a las preguntas realizadas sobre un tema concreto.

Cobran todavía mayor importancia si tenemos en cuenta que en el año 2020 aproximadamente el 30% de las búsquedas se realiza por voz y que los asistentes virtuales (Alexa, Google Echo...) sólo proporcionan una respuesta, precisamente la que corresponde al *featured snippet*.

En el lenguaje del *marketing* de contenidos se denomina promoción a la distribución de los contenidos en las diferentes plataformas. Como ya hemos comentado, esta distribución de contenidos puede ser de pago u orgánica. Al principio del capítulo ya hemos comentado que no trataríamos de medios pagados.

La promoción del contenido orgánico está diseñada para aumentar la visibilidad del contenido y la eficacia de las campañas, sin destinar recursos económicos a ello.

Los canales de promoción orgánicos son, a partir de la selección de Hubspot Academy:

- SEO.
- Redes sociales.
- Email.
- Boca a oreja.
- Cada vez con menor frecuencia, los *influencers* (que caen cada vez en mayor número entre los de pago).
- Todos los medios propios en general.

Algunas prácticas aconsejables son, siempre según Hubspot Academy:

- Crear un calendario de promoción de los contenidos.
- Segmentar.
- Adaptar los contenidos a cada canal.
- Optimizar.
- Analizar.

No es, en cualquier caso, el propósito de este capítulo profundizar en el uso de estos canales, la mayoría de los cuales se tratan, con profundidad, en otros capítulos de este libro.

Es muy importante destacar que, como hemos dicho anteriormente, cada objetivo y KPI debe tener sus propias métricas, de la misma manera que, dependiendo de los canales, deben utilizarse métricas distintas.

Podemos clasificarlas en cuatro grupos:

1. De consumo de medios: por ejemplo, *awareness*, tráfico, permanencia...
2. De interacción: por ejemplo, conocimiento de marca, *engagement*...
3. De generación de *leads*: por ejemplo, generación de *leads*, gestión de *leads*...
4. De ventas: *ratio* de conversión, ventas, ROI...

En nuestro caso, por conversión podríamos entender donaciones, suscripciones, reclutamiento de colaboradores, voluntariado...

Pero no cabe duda de que las métricas más importantes en el área de la comunicación científica son las de consumo e interacción.

El Content Marketing Institute identifica una serie de métricas asociadas con los principales objetivos, entre las que escogemos las siguientes como más interesantes para nuestro tema:

- Conocimiento: tráfico, páginas vistas, vistas de vídeo, vistas de documentos, descargas, chats, enlaces de referencia...
- Interacción (*Engagement*): comentarios, «me gusta», retuits, enlaces...
- *Leads*: descarga de formularios, compleción de formularios, suscripciones a *email*, suscripciones a blogs, *ratio* de conversión.

3.5. Conclusiones

Si descontamos la comunidad científica, en su sentido más amplio, que cuenta con sus propios canales de comunicación —muy variados y que, en principio, deberían cubrir sus principales necesidades de información— y a la población de 6 a 18 años, en edad escolar —primaria, secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional de grado medio y superior— que debería, también en principio, obtener información científica y tecnológica a través de sus canales propios, fundamentalmente escolares, nos encontramos todavía con una importante, mayoritaria, parte de la población.

Una de las principales lecciones de la estrategia e inteligencia de cliente es la de concentrar recursos en aquellos segmentos de más «valor», es decir, en aquellos que mayor retorno pueden proporcionar, a corto, medio o largo plazo. Aquéllos con los que la utilización de recursos es más eficaz, pero también más eficiente.

En nuestro caso serían aquellos segmentos que muestran un mayor interés por la información científica y tecnológica, aquéllos que cuentan con mejor formación para entenderla y enten-

der su utilidad y aquéllos que presentan un mayor potencial para hacer un correcto uso de los conocimientos adquiridos.

El grupo que cumple con todas las características anteriores es el de individuos de 18 a 34 años, con estudios superiores o cursando éstos, que son quienes conformarán el futuro laboral y social inmediato. Se corresponde con la suma de las dos cohortes poblacionales denominadas generación Y (más conocida como *millennials*) y generación Z. Es en el que debemos concentrar nuestros principales esfuerzos de alfabetización y divulgación científico-técnica.

Es un grupo cuyos hábitos propios de acceso a y de consumo de contenidos resultan elusivas a las herramientas tradicionales de comunicación (de estrategia *push*, basada en la interrupción y la repetición) y cuyos principales canales de información y de comunicación son los digitales.

El *marketing* de contenidos es la herramienta idónea para la comunicación científica y tecnológica dirigida a este segmento:

- Es una técnica fundamentalmente digital.
- Sus contenidos son esencialmente de carácter informativo o educativo.
- Sigue una estrategia *pull*.
- Todos sus formatos son particularmente adecuados para la transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos.
- Su variedad de formatos y canales permite una muy amplia flexibilidad en cuanto a su adaptación a diferentes públicos, objetivos y estrategias. Permite la personalización del mensaje.
- Es medible, tanto durante el proceso (por tanto, ajustable) como en resultados (aprendizaje).

3.6. Referencias

Aguilera, J. de (2018). «El papel del Marketing de Contenidos en la comunicación científica a las generaciones Millenials y Z», en *Ciberimaginario blog*. Disponible en: <https://ciberimaginario>.

- es/2018/12/11/marketing-contenidos-herramienta-comunicacion-cientifica-generaciones-millennials-z/?lang=en [Acceso el 2 de abril de 2020].
- Aguilera, J. de (2019). El papel del Marketing de Contenidos en la comunicación científica a las generaciones Millennials y Z (II)», en *Ciberimaginario blog*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/2019/07/10/marketing-contenidos-herramienta-comunicacion-cientifica-generaciones-millennials-y-z/?lang=en> [Acceso el 2 de abril de 2020].
- Aguilera, J. de y Baños, M. (2016). *Branded Entertainment. Cuando el Branded Content se convierte en entretenimiento*, ESIC Editorial, Madrid.
- Carmicheal, K. (2020). «How to Run a Content Audit in 2020», en *Hubspot*. Disponible en: <https://blog.hubspot.com/marketing/company-content-audit> [Acceso el 3 de abril de 2020].
- Content Marketing Institute. *What Is Content Marketing*. Disponible en: <https://contentmarketinginstitute.com/what-is-content-marketing/> [Acceso el 1 de abril de 2020].
- Cudmore Dale (2018). «How to Use Reddit to Quickly Create Usefull Reader Persona», en *Dreamgrow*.
- Deloitte Insights (2019). *Digital Media Trends Survey, 13th edition*. Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lt/Documents/technology-media-telecommunications/LT_DI_Digital-media-trends-13th-edition.pdf [Acceso el 1 de abril de 2020].
- Duncan, T. (2012). [Branding and Content: finding the right balance – A Content Marketing whitepaper], en *Studio One*. Disponible en: <http://contentmarketinginstitute.com/2012/02/history-content-marketinginfographic/>
- Dzamic, L. y Kirby, J. (2018). *The Definitive Guide to Strategic Content Marketing. Perspectives, Issues, Challenges and Solutions*, Kogan Page, Londres-Nueva York.
- Funk, C. y Goo, S. K. (2015). *A Look at What the Public Knows and Does Not Know About Science*, Pew Research Center. Disponible en: <http://www.pewinternet.org/2015/09/10/what-the-public-knows-and-does-not-know-about-science/> [Acceso el 10 de noviembre de 2018].

- GlobalWebindex (2018). *Trends 19*. Disponible en: <https://www.globalwebindex.com/reports/trends-19> [Acceso el 10 de noviembre de 2018].
- Hubspot (2020). *Free Templates*. Disponible en: <https://www.hubspot.com/resources/template?offset=15> [Acceso el 3 de abril de 2020].
- Hubspot Academy (2020). *Content Marketing Certification*. Disponible en: <https://academy.hubspot.com/courses/content-marketing> [Acceso el 2 de abril de 2020].
- Lieb, R.; Silva, C. y Tran, C. (2013). *Organizing for Content: models to incorporate Content Strategy and Content Marketing in the enterprise*, Altimeter Group. Disponible en: <http://www.altimetergroup.com/research/reports/organizingfor-content> [Acceso el 25 de abril de 2020].
- Nosrati, M.; Karimi, R.; Mohamadi, M. y Maleikian, K. (2013). «Internet Marketing or modern Advertising! How? Why?», en *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*, 2 (3), págs. 56-63.
- Patel, N. (2015). *Why SEO is actually all about Content Marketing*. Disponible en: <https://neilpatel.com/blog/seo-is-content-marketing/> [Acceso el 12 de noviembre de 2018].
- Patel, N. *How to use Reddit to Get More Traffic and Build Your Tribe*. Disponible en: <https://neilpatel.com/blog/reddit-get-traffic/> [Acceso el 1 de abril de 2020].
- Pew Research (2019). *Defining generations: Where Millennials end and Generation Z begins*. Disponible en: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/> [Acceso el 10 de noviembre de 2018].
- Pulizzi, J. (2011). *Content Marketing vs. Traditional Marketing (infographic)*, Content Marketing Institute. Disponible en: <http://contentmarketinginstitute.com/2011/05/content-marketing-vs-traditional-marketing-infographic/> [Acceso el 12 de mayo de 2020].
- Ramos, R. (2013). *Content Marketing. Insider's secret to online sales & lead generation*, One Night Expert Publishing, Nueva York.
- Snow, C. E. y Dibner, K. A. (eds.) (2016). *Science Literacy. Concepts, Contexts and Consequences*, National Academies Press,

- Washington DC. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK396088/> [Acceso el 10 de noviembre de 2018].
- TheBetterWebMovement. *How to find subreddits related to your niche*. Disponible en: <https://thebetterwebmovement.com/how-to-find-subreddits-related-to-your-niche/> [Acceso el 10 de noviembre de 2018].
- The Media Insight Project (2015). *Breaking down the Millennial Generation: a Typology of Young News Consumers*. Disponible en: <http://www.mediainsight.org/PDFs/Typology/MillennialTypologyFinal.pdf> [Acceso el 12 de noviembre de 2018].
- Wikipedia, «Persona».
- World Economic Forum (2017). *Global Shapers Survey*. Disponible en: http://www.shaperssurvey2017.org/static/data/WEF_GSC_Annual_Survey_2017.pdf [Acceso el 10 de noviembre de 2018].
- Zmuda, N. (2013). «Just what is Content Marketing?», en *Advertising Age*, 84 (2), pág. 13.

4

Posicionar los contenidos web de la comunicación científica

*Cristóbal Fernández Muñoz*¹

Ideas clave

Para trabajar el posicionamiento web de tu proyecto de investigación debes:

- Elegir una URL de dominio adecuada y atender a las recomendaciones del SEO técnico.
- Usar *keywords* desde la perspectiva de la comunicación social ajustadas a las búsquedas.
- Escribir para SEO con contenidos de calidad que se vayan renovando.
- Tener en cuenta las nuevas tendencias de búsqueda por voz.

4.1. Introducción

Como se viene explicando en esta primera parte del libro, la planificación estratégica de la comunicación de los proyectos de investigación es fundamental para lograr la difusión y el impacto

1. Profesor contratado doctor, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid.

deseado, reduciendo la brecha que existe entre la comunidad científica y la sociedad acorde con los propósitos de la investigación e innovación responsables (RRI). De entre las distintas áreas de la planificación de la comunicación y de los distintos aspectos que comprometen hoy día su eficacia, cabe prestar especial atención a la importancia del posicionamiento web en internet, del que nos ocuparemos en el presente capítulo.

El proceso de intercambio de información en el que se basa la comunicación ha evolucionado radicalmente en los últimos años. Hoy la comunicación es digital, y los distintos públicos han evolucionado extraordinariamente desde el punto de vista del acceso y el consumo de la información, donde los buscadores son utilizados por la inmensa mayoría de los internautas en todo el mundo. En España, más del 80% de españoles afirma utilizar buscadores de internet a diario y desde 2016 la mayoría de las visitas que reciben los buscadores se hacen desde dispositivos móviles (Statista, 2020). Así pues, es necesario ser conscientes de la importancia de los motores de búsqueda y no confiar en que el tráfico provenga sólo de la navegación directa.

Por ello, las estrategias de posicionamiento web han adquirido un formidable papel en el escenario digital. Por lo que a esta obra se refiere, se trata de tener en cuenta las técnicas de optimización de resultados de búsqueda para contribuir a mejorar la difusión de los proyectos de investigación. El objetivo es que los contenidos propios en internet puedan aparecer en los primeros resultados de las búsquedas de los usuarios.

4.2. La importancia de los buscadores

En el escenario digital, los buscadores en internet se han convertido en una pieza clave de acceso a la información por parte de todos los públicos y, en consecuencia, es uno de los ejes esenciales de la comunicación actual. En apenas un par de décadas se han convertido en elementos consustanciales al propio uso de internet, sin reparar siquiera en su enorme importancia dado su sencillo funcionamiento desde la perspectiva del usuario.

Un motor de búsqueda es un *software* que utiliza aplicaciones para recoger información de las páginas web y que, posteriormente, indexa y guarda en una base de datos para facilitar su acceso (Ledford, 2008). Por tanto, un buscador o motor de búsqueda es una herramienta en línea que permite a los internautas encontrar información en internet a partir del uso de términos de interés o palabras clave a partir de las cuales se busca en servidores web y éstos muestran, de forma rápida, en listas de resultados con enlaces de información relacionados sobre esas palabras, también conocidas en la terminología original anglosajona como *keywords*. Estas palabras clave, que son muy habituales en el ámbito de la divulgación científica, no siempre han tenido la consideración debida más allá del ámbito meramente académico, no observando, desde una perspectiva de comunicación social, las actuales implicaciones del posicionamiento digital, tal y como veremos más adelante.

Antes de que existieran los buscadores, la información se almacenaba en archivos y se distribuía a través de servidores aislados. El proceso de la búsqueda de información era largo y tedioso y requería de conocimientos técnicos para poder acceder al contenido alojado en dichos servidores. A partir de la década de los noventa del siglo pasado, con el desarrollo del servicio *World Wide Web* (www), que había aparecido en 1989 como herramienta de intercambio de información entre la comunidad científica, el uso de los buscadores pasó a ser de dominio público permitiendo de forma sencilla compartir y obtener información en internet y crear enlaces entre diferentes documentos. Fue en 1993 cuando la información digital vivió un gran salto cualitativo con la aparición del que puede considerarse el primer buscador propiamente dicho: Wandex. En su origen pretendía ser una herramienta científica para medir el tamaño de internet con fines académicos, pero una vez desarrollado el motor de esta aplicación, el equipo que lo elaboró se dio cuenta de que, con ligeras modificaciones, también podía leer URL —siglas en inglés de *Uniform Resource Locator*, la dirección específica que se asigna a cada uno de los recursos disponibles en la red con la finalidad de que éstos puedan ser identificados— e indexarlas para que pudiesen ser recu-

peradas fácilmente después, por lo que de esta forma nacían las búsquedas en internet.

Tras el desarrollo de otros servicios como Altavista o Aliweb, pero sobre todo con la aparición de Google en 1997 como paradigma global de búsqueda para los internautas, la importancia de los buscadores no ha hecho sino incrementarse. Especialmente relevante es el caso de Google que, desde que en 2006 adquirió YouTube, desplegó en poco más de una década su campo de acción de manera muy importante en distintos ámbitos, ya no únicamente en la recopilación de datos para ser mostrados a los usuarios, sino en el desarrollo de herramientas de navegación, sistemas operativos y de comunicación como Chrome, Gmail, Maps, Adwords, Android o Home, entrando en el ámbito de las redes sociales, la publicidad *online* y la domótica, si bien su actividad como buscador sigue siendo su referente mundial.

En términos globales, y según el *ranking* de buscadores *online* por cuota de mercado, Google es el líder indiscutible a nivel global, con un porcentaje (91,9%) muy superior al del resto de buscadores como Bing (2,8%), Yahoo (1,9%) o Baidu (1,1%) en todo el mundo (Statcounter, 2020). A pesar de este claro liderazgo, cabe mencionar que hay regiones en las que los servicios de Google están bloqueados, como es el caso de China, donde el buscador más importante en la actualidad es precisamente Baidu.

En la reciente historia de los buscadores se produjo un nuevo salto adelante con el desarrollo del internet móvil y los dispositivos conectados que permitieron un acceso a la información de internet de manera más flexible y rápida, a cualquier hora y desde cualquier lugar. Cada vez más dispositivos se encuentran conectados a internet. El «internet de las cosas» (IoT), término que se refiere a la interconexión de manera digital de los objetos cotidianos con internet, está en auge y cada vez más dispositivos se conectan a internet y por tanto son más numerosos sobre los que se pueden realizar búsquedas de contenido. Tal es el caso de las Smart TV, los coches con conexión a internet o los *wearables*. Según datos de Statista, en 2019 existían 27 mil millones de dispositivos conectados en el mundo (2020).

Por todo ello, los navegadores siguen estando en auge abriendo las puertas al conocimiento además de otras muchas actividades, lo que se traduce en la importancia de adaptar de manera eficaz la comunicación científica a través de los diferentes canales y llegar de manera más eficaz a los públicos de interés.

4.3. Cómo funcionan los buscadores

El primer paso es averiguar qué páginas existen en la web. Como no hay ningún registro central con todas las páginas web, los buscadores buscan páginas nuevas constantemente y las añaden a sus listas de páginas conocidas. Este proceso de descubrimiento se denomina «rastreo». Para ello se utilizan robots, conocidos como *spiders* o *crawlers* (arañas o rastreadores). En el caso de Google, a dicho *software* o araña se le denomina Googlebot. Este rastreador web consulta todas las páginas públicas y sigue los enlaces existentes en las mismas para recopilar toda esa información en los servidores de Google, generando una gran base de datos con la información de las webs. Esta segunda etapa se denomina indexación y en ella se intenta interpretar cada sitio, analizando el contenido de la página, catalogando sus archivos de imagen y vídeo. Toda esta información se guarda en los índices de los buscadores, enormes bases de datos almacenados en granjas de servidores distribuidas a nivel mundial.

Esta labor se repite constantemente. El procedimiento se inicia con un listado de direcciones web de los rastreos que se han producido anteriormente y de los sistemas que proporcionan los propietarios de las páginas web. Una vez que accede a cada página, el rastreador busca enlaces a otras páginas por internet para visitarlas, prestando atención a los nuevos enlaces, a los cambios realizados en los sitios actuales y a los enlaces que están inactivos. El *software* determina qué sitios web debe rastrear, con qué frecuencia debe realizarlo y cuál es el número de páginas que debe recorrer en cada sitio.

Cuando un usuario realiza una búsqueda en internet, la formula a través de una serie de palabras, frases o preguntas, utili-

zando su lenguaje natural. A continuación, el algoritmo de los buscadores traduce esa consulta para encontrar entre los contenidos indexados en los servidores los documentos y contenidos más pertinentes para, posteriormente, generar una lista de resultados en relación a esa búsqueda —lo que se denomina SERP, *Search Engine Results Page*— que muestra cada resultado sugerido en formato resumido —también conocidos como *snippets*—, y ordenando dichos resultados en función de su relevancia, es decir, colocando en los primeros puestos los más importantes para la consulta del usuario, según el mencionado algoritmo del buscador.

Para componer una página de resultados de búsqueda, los buscadores se rigen por sus propios algoritmos de clasificación orgánica, que son confidenciales, complejos y dinámicos, y evolucionan para mejorar su funcionamiento de cara al usuario, y también para evitar estrategias de manipulación intencionada (Visser y Weideman, 2011; Morato *et al.*, 2013).

Estos algoritmos tienen en cuenta una combinación de factores internos (*on page*), factores externos (*off page*) y, además, el perfil del usuario, las intenciones de búsqueda y *ratio* de clics (Barry y Lardner, 2011; Thurow, 2010). Entre los factores internos destacan las palabras clave, de gran relevancia, ya que lo primero que hace un usuario en un buscador es introducir palabras que, según él, deben proporcionarles los resultados más cercanos a sus intereses (Orense y Rojas, 2008). En cuanto a los factores externos, destaca el número y la calidad de los enlaces recibidos por la página, así como las señales de usuario (Codina, 2004). En este sentido, una buena experiencia de navegación de los internautas reduce la denominada «tasa de rebote» o abandono y aumenta su tiempo de permanencia, lo que influye a su vez en un mejor posicionamiento, ya que envía información a Google en este sentido como indicio de relevancia del sitio, que cada vez lo tendrá más en cuenta para determinar la calidad de éste en futuras búsquedas.

Los buscadores tratan de determinar las respuestas de mayor calidad y tienen en cuenta muchos aspectos, como la ubicación, el idioma y el dispositivo de los usuarios (ordenador o teléfono),

para averiguar qué resultado ofrecerá la mejor experiencia de usuario y la respuesta más adecuada. Por ejemplo, si un usuario de Madrid busca «pipeta de decantación», obtendrá respuestas diferentes a los de usuarios de Tokio que hagan la misma consulta.

La eficacia de los buscadores ha definido una serie de patrones de uso específicos por parte de los usuarios que señalan la enorme importancia de la posición en la que aparecen los resultados de tal forma que mayoritariamente los internautas utilizan los primeros resultados que arrojan los motores. Las webs que aparecen en la primera página de resultados de Google generan la mayoría del tráfico de una búsqueda. El primer resultado recibe el 32,5% del tráfico, en comparación con 17,6% para la segunda posición y 11,4 para la tercera (Chitika, 2013). Entre los usuarios de internet que buscan información en la web a través de los buscadores, la mayoría se queda en la primera página y sólo el 40% llega a la segunda página de resultados y aún menos, el 10%, a la tercera (Simarro, 2014).

Desde una perspectiva de generación de contenidos, existe una enorme competencia entre páginas web indexadas y es obvio que aparecer en la parte superior de la página de resultados es un objetivo esencial en posicionamiento (Dick, 2011; Gonzalo, Codina y Rovira, 2015), por lo que el desarrollo de estrategias SEO en este sentido puede tener un impacto muy significativo en el tráfico hacia cualquier contenido.

4.4. Qué es el SEO

El SEO es un conjunto de técnicas clave en la gestión de la comunicación digital. El término proviene del acrónimo anglosajón de los términos *Search Engine Optimization*, es decir, optimización de los motores de búsqueda o de sitios web en los buscadores. Se trata de la disciplina que estudia el proceso por el cual una página web obtiene y mantiene posiciones notables en las páginas de resultados naturales de los buscadores, también llamados resultados orgánicos o algorítmicos (Orense y Rojas, 2008). Así, el posicionamiento en buscadores, posicionamiento web, optimización de

motores de búsqueda o SEO es también el proceso consistente en mejorar la visibilidad de un sitio web de manera orgánica, es decir sin realizar ningún pago. Lo que hacen las técnicas SEO es ayudar a que las páginas web (ya sea un sitio institucional, un blog, o cualquier página de internet que se quiera optimizar) aparezcan en los primeros resultados de la búsqueda que realiza un usuario en un motor de búsqueda tipo Google, Bing, Yahoo, etc.

Por su parte, Interactive Advertising Bureau (IAB, 2010, pág. 9) define el SEO como: «la práctica de utilizar un rango de técnicas, incluidas la reescritura del código html, la edición de contenidos, la navegación en el *site*, campañas de enlaces y más acciones, con el fin de mejorar la posición de un *website* en los resultados de los buscadores para unos términos de búsqueda concretos». Estas técnicas son diversas y cambiantes en función de la evolución de los buscadores. Por un lado, están las técnicas que implican la optimización de la página y por otro, su socialización en internet con otras páginas con la finalidad de mejorar la posición en los resultados de los buscadores para unos términos de búsqueda concretos. Estos factores son tenidos en cuenta por los buscadores a la hora de ofrecer los resultados de una búsqueda, en los ya mencionados SERP.

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. Es muy importante elegir una URL adecuada si se va a reservar un dominio propio y en ese sentido es recomendable que incluya la denominación del proyecto. Las distintas URL de tu página deben ser sencillas y transmitir información sobre el contenido y se debe crear una estructura de directorios simple. Si el sitio web va a ser propio habrá que reservar un dominio exclusivo y un alojamiento o *hosting*. Existen distintos proveedores para realizar esta tarea y, en ese caso, es muy importante asegurar que se utiliza un servicio de alojamiento adecuado y que se renueva puntualmente la compra del dominio y el alquiler del servicio de *hosting* que tiene períodos de vigencia concretos para que la página web no desaparezca.

Se debe tener presente a los usuarios tanto al diseñar un sitio web como al optimizarlo ya que, en ambos casos, el objetivo debe ser mejorar su experiencia en el sitio web. Algunos de estos usuarios son los propios buscadores que van a ayudar a que los usuarios descubran el contenido que queremos dar a conocer. El SEO consiste precisamente en facilitar que estos buscadores entiendan y presenten el contenido.

Aunque Google rastrea miles de millones de páginas, es inevitable que se deje algunos sitios web, por ejemplo, de nueva creación. No obstante hay que tener en cuenta que cuando los rastreadores ignoran un sitio web, suele ser porque no está bien enlazado con otros sitios de la web, el diseño del sitio web no permite que se rastree su contenido de manera eficaz, las arañas han recibido un error al intentar rastrear o la política del sitio web impide el rastreo. Para que ese sitio web aparezca en buscadores, para que en el rastreo Google la encuentre, es necesario darlo de «alta» en internet, para lo que existen distintas opciones a través de las herramientas de gestión del sitio web o *webmaster*, el alta a través de enlaces de terceros o simplemente creando un mapa del sitio o *sitemap*, archivo en lenguaje HTML a modo de fichero a través del que cual el motor de búsqueda nos indexará en poco tiempo.

Para mejorar la publicación y el posicionamiento, se han de seguir algunos consejos básicos:

- Asegurar que la página se carga rápidamente y está optimizada para móviles.
- Añadir contenido útil y mantenerla actualizada, incorporando nuevo contenido con frecuencia.
- Seguir las directrices para *webmasters* de los buscadores y asegurar que se ofrece una buena experiencia de usuario.

4.4.1. La importancia de las palabras clave y las técnicas de SEO

Existen varias técnicas en SEO que debemos tener en cuenta a la hora de posicionar nuestro contenido web. Básicamente, estas

técnicas se pueden agrupar en dos grandes grupos: las que se realizan en la propia página, *on page*, centradas en el contenido, y las denominadas técnicas de SEO *off page*.

Para conseguir un buen posicionamiento es imprescindible que el contenido sea relevante para los usuarios. Si lo es para ellos también lo será para los buscadores. El contenido interesante, útil y atractivo es, probablemente, el factor más importante para que un sitio web tenga un buen posicionamiento. Los usuarios reconocen un buen contenido, lo recomiendan compartiéndolo en redes sociales, por correo electrónico, mediante reseñas de blog o en otras páginas web, foros o medios. Para conseguirlo, normalmente se necesita contenido de calidad y que responda también a los intereses de los públicos. Es muy conveniente descubrir qué interesa y ofrecerlo.

Las palabras clave son los factores que más influyen en las búsquedas, y es lógico, puesto que los internautas teclean una serie de términos con los que esperan acceder a la información de su interés. Hay que trabajar en torno a las palabras que los usuarios usan para encontrar los contenidos y adecuar los contenidos propios en el mismo sentido. En SEO las palabras clave o *keywords* de búsqueda son fundamentales. En este sentido, las palabras clave deben estar etiquetadas en las páginas web cuidando su densidad a lo largo del contenido generado.

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. Existen muchas herramientas para llevarlo a cabo, pero las más sencillas las proporcionan los propios buscadores, como Google Trends, que permite conocer las palabras o expresiones más buscadas por los usuarios.

Algunos autores, apuestan por el concepto SEO semántico para ir más allá de las palabras clave, teniendo como objetivo ayudar a los motores de búsqueda a devolver las consultas más relevantes, independientemente de si los términos de búsqueda llevados a cabo por el usuario son obvios o no. En concreto, el

SEO semántico consistiría en el posicionamiento basado en el concepto de entidad, su marcado efectivo por parte de los creadores de contenidos y su identificación eficiente por parte de los sistemas de información (Lopezosa, Codina y Caldera-Serrano, 2018).

Entre los factores que debemos tener en cuenta en nuestra web para mejorar el posicionamiento hay que tener en cuenta la indexabilidad, es decir, permitir a los buscadores el acceso a nuestra web para que el contenido y los enlaces que en ella figuren puedan ser leídos. Hay que trabajar también los enlaces internos en nuestra web, para que el sitio sea en cierta medida una pequeña red desde donde cada página lleva hacia otros contenidos propios.

Hay que crear títulos de página únicos y precisos, y usar etiquetas adecuadas. Cada página de un sitio web debería tener un título único, creando y mostrando títulos y fragmentos eficaces en los resultados de búsqueda. Es muy necesario describir con precisión el contenido de la página y elegir un título que resulte natural y comunique de forma eficaz el tema del contenido de la página. Igualmente hay que utilizar la metaetiqueta «description» que ofrece a los buscadores un resumen del contenido de la página. Puede contener una frase o dos, o incluso un párrafo breve.

Los «datos estructurados» se pueden añadir a las páginas de un sitio web para describir su contenido y ayudar a que los buscadores comprendan mejor lo que contienen y puedan mostrarlo de forma más útil y llamativa en los resultados de búsqueda. Entre los datos estructurados se encuentran: ubicación, vídeos, horarios, eventos, logotipos, etc.

El ya mencionado *sitemap* o mapa del sitio debe estar bien construido con una estructura específica que ayude a los motores de búsqueda a indexar todas las páginas de nuestra web de manera rápida y fácil. Igualmente debe cuidarse el archivo robots.txt para indicarle a los motores de búsqueda las zonas que puede indexar y si puede seguir o no los enlaces contenidos dentro de la web. Si se modifica algo en la página, es importante realizar la oportuna redirección, es decir enlazar al contenido correcto e informar a Google del cambio.

Otros aspectos propios del SEO denominado técnico, y que beneficiarán a nuestro posicionamiento, tienen que ver con la rapidez de carga de la web, utilizando contenido que no «pese demasiado», la adecuación del dominio URL incluyendo palabras clave, que el contenido de nuestra web pueda ser accesible a través de dispositivos móviles, la usabilidad y experiencia del usuario. En este sentido cabe subrayar en el empleo de imágenes el peso de las mismas, ya que si es el caso, la velocidad de carga de la web disminuye, y los buscadores penalizan las páginas que tardan mucho en cargar sus elementos.

Entre las técnicas de SEO *off page* o fuera del sitio web que tienen por objetivo generar enlaces a nuestro sitio web desde otras páginas en internet, existen varias técnicas en las que se profundiza en otros capítulos de este libro y entre las que cabe subrayar el denominado *marketing* de contenidos, las acciones de relaciones públicas con medios y las notas de prensa, el desarrollo de testimoniales, menciones en blogs de terceros, entrevistas, difusión de *newsletters*, etc. que junto con las acciones en redes sociales y las del propio SEO, se agrupan en lo que se conoce como técnicas de *inbound marketing*. En este sentido, es necesario destacar el papel de las redes sociales por su relevancia para los motores de búsqueda. Para una web de contenido, una forma cada vez más eficaz de conseguir enlaces de entrada es a través del uso de la web social con una adecuada política de *community management*, como se verá más adelante en el capítulo correspondiente.

4.4.2. SEO y SEM

Una de las principales fuerzas impulsoras del desarrollo de los motores de búsqueda en todo el mundo ha sido la explosión del *marketing* digital. La publicidad pagada en motores de búsqueda está en constante crecimiento, lo que fomenta la introducción de actualizaciones en este tipo de sistemas informáticos con el fin de que devuelvan resultados cada vez más pertinentes. El segmento más fuerte en este sector es el *marketing* de

búsqueda o SEM (*search engine marketing*), que combina técnicas publicitarias de pago y de SEO para generar anuncios *online* que coincidan con las consultas de los usuarios, llegando así al público objetivo de una manera precisa. Un plan de SEM podría encajar dentro de un programa de comunicación para un proyecto de investigación pero va a requerir un buen análisis de objetivos, costes y posible retorno de la inversión para dotarlo presupuestariamente.

Así pues, cabe señalar la diferencia entre SEO y las técnicas de SEM fundamentalmente por hecho de que el SEO estaría formado por técnicas que favorecen el posicionamiento de manera no pagada directamente u orgánicas, mientras que el SEM sería un término más amplio en que interviene la planificación e inversión en espacios publicitarios a través de sistemas de subasta de términos de búsqueda, como los que realiza Google a través de su plataforma publicitaria Google Adwords. Para algunos autores, el término SEM englobaría también al de SEO (Maltraversi, 2016; Serrano-Cobos, 2016; Terrance, Shrivastava y Kumari, 2017).

4.4.3. Escribir para SEO

Llegados a este punto, cabe proporcionar algunas prácticas, dirigidas en especial a los redactores de los contenidos de las páginas web de los proyectos, que pueden mejorar la visibilidad de éstos en las búsquedas y hacer el trabajo de comunicación más efectivo. Como norma básica hay que procurar textos de calidad. Hay que evitar textos de mala calidad con errores ortográficos o gramaticales y publicar contenido mal escrito o poco comprensible, que penalizará en las visitas de los usuarios y por tanto en los resultados de búsqueda.

Sobre la cantidad de texto, los buscadores recomiendan que se proporcione suficiente contenido sobre un tema y señalan que para que lo consideren como contenido de alta calidad debe ofrecer información precisa, estar redactado de manera clara y ser exhaustivo.

Igualmente cabe destacar la importancia de etiquetar y usar metadatos y palabras clave a la hora de redactar la información, pues la adecuada optimización de la página va a estar relacionada con el contenido. Las palabras clave, como ya hemos explicado, son los factores que más influyen en las búsquedas. Según Iglesias García y Codina (2016), esas palabras clave deberían aparecer al menos en cuatro apartados del contenido que se quiere posicionar:

- En el titular, que debe ser descriptivo, claro y conciso, evitando tecnicismos, abreviaturas o siglas.
- En el subtítulo o ladillo si el texto tiene extensión suficiente o al menos un sinónimo de amplio uso.
- En el cuerpo de la pieza, a ser posible en la entradilla, los primeros párrafos o en los *leads* o destacados.
- En la imagen que ilustra el contenido (ya sea como parte de su título o en sus metadatos).

En este último aspecto, es recomendable también proporcionar a las imágenes un nombre de archivo descriptivo y una descripción mediante el atributo «alt». Este atributo permite especificar texto alternativo para que se muestre si la imagen no se renderiza por algún motivo. Si no se incluye, los buscadores también penalizarán nuestro contenido.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que al crear en contenido vamos a tener también que redactar un título y una descripción de *snippet*. Esta unidad aplica a las páginas de resultados de los buscadores como hemos explicado, que es donde se muestran los *snippets*, y que algunos gestores de contenidos o CMS los generan de forma automática. La decisión de hacer clic sobre un resultado u otro depende en muy alto grado de la capacidad de estos *snippets* para convencer al público de cuál es realmente la mejor opción entre las presentadas. En este sentido cabe tener en cuenta que no es necesariamente lo mismo el título de un contenido que el título de un *snippet*, que además se puede modificar en el gestor de contenidos o CMS. Algunos medios de comunicación recurren habitualmente a ello escri-

biendo un titular para los lectores y otro titular para SEO, que sólo aparece en los resultados de búsqueda de los buscadores (Sire, 2014).

Como hemos señalado, las palabras clave deben aparecer en la redacción del contenido, pero sin forzar la naturalidad del lenguaje. Utilizar frases cortas, la división en párrafos y utilizar subtítulos también ayuda a los motores de búsqueda a rastrear mejor el contenido, ya que examinan el formato del texto para determinar qué palabras son importantes en la página.

Además, se debe tener en cuenta que los buscadores «pre-mian» la existencia de enlaces dentro de los textos, tanto los internos como los de salida pues para Google los enlaces externos es un indicador de calidad. En cuanto a los internos, nunca deberían faltar en todos los contenidos publicados, enlaces a otros relacionados o similares.

4.4.4. Búsquedas por voz

La voz es la forma más natural de comunicación, y por eso, el uso de las búsquedas y comandos por voz se ha convertido en tendencia. El 39% de los usuarios de internet en el mundo realiza búsquedas por voz (Ditentria, 2019). Los usuarios españoles de entre 45 y 55 años son los que más utilizan las búsquedas por voz de forma diaria (11,1%). Los usos de los asistentes virtuales son múltiples, aunque los más habituales son la búsqueda de un hecho rápido (68%) y la consulta de direcciones (65%). El 72% de los usuarios que utilizan búsquedas por voz utiliza un asistente virtual (Ok Google, Siri, etc.) y el 35%, un altavoz inteligente (Alexa, Google Home, etc.). Sobre el total de la población, el 10,7% de los españoles ya utiliza algún asistente virtual, aunque la tasa de penetración de los altavoces inteligentes todavía se encuentra en el 2,6%. Así pues, aunque todavía son más los españoles que nunca han utilizado la búsqueda por voz que los que lo hacen con frecuencia, sin duda es un ámbito de creciente tendencia sobre el que hay que prestar una especial atención, pues desde el punto de vista del posicionamiento traerá algunas con-

sideraciones nuevas que se deben tener en cuenta en cualquier estrategia SEO presente o futura.

La forma de expresarse por voz es distinta a la que utilizamos a la hora de buscar de forma escrita. Por voz utilizamos más palabras, más conectores, por lo que las organizaciones o grupos de investigación tendrán que adaptar sus estrategias SEO a esta forma de comunicación, tal y como ya está haciendo el mundo comercial y corporativo.

La velocidad de carga ya hemos explicado que es muy importante para un buen posicionamiento, y si a ello añadimos que la mayoría de las búsquedas por voz se hacen a través de dispositivos móviles, lógicamente se deriva de ello la recomendación de que el sitio web tenga que estar optimizado para la versión móvil y cuente con la versión AMP. También sería necesario hacer algunos pequeños ajustes reforzando algunos consejos ya dados: utilizando frases cortas en la redacción del contenido, desarrollando un contenido muy bien estructurado, con títulos adecuados bien etiquetados, empleando un lenguaje muy natural e introduciendo palabras clave *longtail*, es decir, largas y precisas para responder mejor a las búsquedas por voz. La inmediatez es una de las principales características de la búsqueda por voz, por lo que se recomienda ir al grano respondiendo a posibles preguntas concretas de los usuarios. Para ello, es recomendable elaborar contenido concreto que responda a preguntas como: ¿Cuándo...?, ¿Qué...?, ¿Cómo...? o ¿Dónde...?

4.5. Conclusiones

No tiene mucho sentido escribir un artículo o un contenido de comunicación científica, y que nadie lo encuentre o no pueda ser leído, por lo que optimizar el posicionamiento de un proyecto de investigación para los motores de búsqueda se ha hecho imprescindible. De ahí la relevancia de las pautas básicas de SEO que se recogen en este capítulo. Así, la manera de elaborar un titular, escoger las palabras clave, hacer enlaces en los textos, etc. pueden mejorar el posicionamiento, y, en definitiva, hacer que los proyectos de investigación sean más visibles.

No debemos olvidar que los algoritmos de los motores de búsqueda son cada vez más complejos, y que tienden a centrarse en aquellos contenidos que más aportan a la experiencia del usuario y destacando los de mayor calidad.

Es necesario tener en cuenta que los individuos tienen una capacidad activa en la búsqueda y el consumo de contenidos en internet, y que, además, los producen e interaccionan con ellos. No se conforman con recibir cualquier impacto, sino que sólo cuando les resultan de utilidad o interés los comparten, los comentan, los valoran o interactúan con ellos. Nos encontramos en un mundo de hiperconectividad, donde todos los públicos están conectados a internet y los usuarios tienen un papel activo en la comunicación. Un escenario de comunicación donde el teléfono móvil es protagonista como herramienta de comunicación, ofreciendo acceso a una sobredosis de contenidos entre los que alcanzar relevancia es imprescindible. Ahora más que nunca se deben conocer los intereses y expectativas de nuestros públicos de interés, para responder eficazmente a los mismos y conseguir los resultados y sinergias deseados para los proyectos de investigación y su divulgación.

Los resultados de las búsquedas responden, cada vez más, al SEO semántico y a los algoritmos, cada vez más exigentes, que utilizan los buscadores. Otros factores empujan en la misma dirección, como las búsquedas por voz en el móvil o los dispositivos domésticos en un escenario que evoluciona aumentando la conectividad, con nuevas vías de acceso a internet y donde los dispositivos inteligentes aumentan su uso en el acceso a la información, con resultados más orientados a ofrecer sistemas de respuestas directas, que sistemas clásicos de recuperación de información.

Estas nuevas características deben ser aprovechadas para integrar nuestra comunicación, creando estrategias que atraigan a los usuarios a nuestros mensajes científicos para que sean vistos o escuchados, para que participen de ellos, sin ser interrumpidos ni molestados. Se trata de conocer bien a los usuarios, analizar su comportamiento, sus intereses, sus búsquedas, para poder crear información y contenidos que les atraigan, ofreciendo mensajes de valor y logrando un interés genuino. Para ello, es muy importante medir permanentemente nuestras acciones de comu-

nicación, puesto que el usuario pondrá de manifiesto qué le interesa y qué no, hecho que nos ayudará a mejorar qué y cómo debemos comunicar en cada uno de los diferentes canales a nuestro alcance para hacer llegar nuestros mensajes, y posicionar adecuadamente nuestra información y contenidos en internet.

4.6. Referencias

- Asser, M. (2012). *Search Engine Optimisation in BBC News*. WebLog. Disponible en: http://www.bbc.co.uk/blogs/internet/posts/search_engine_optimisation_in
- Chitika (2013). *The value of google result positioning*. Disponible en: <https://www.searchenginewatch.com/2013/06/20/no-1-position-in-google-gets-33-of-search-traffic-study/>
- Ditrendia (2019). Informe Mobile en España y en el Mundo. Disponible en: <https://ditrendia.es/informe-mobile-espana-mundo-2019>
- Gonzalo, C.; Codina, Ll. y Rovira, C. (2015). «Recuperación de Información centrada en el usuario y SEO: categorización y determinación de las intenciones de búsqueda en la Web», en *Index Comunicación*, 5, n.º 3, págs. 19-27. Disponible en: <http://journals.sfu.ca/indexcomunicacion/index.php/indexcomunicacion/article/view/197>
- Iglesias-García, M. y Codina, L. (2016). «Los cibermedios y la importancia estratégica del posicionamiento en buscadores (SEO)», en *Opción*, 32, págs. 929-944. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31048482052.pdf>
- Instituto Internacional del Marketing (2014). *Posicionamiento en buscadores SEO*. Disponible en: https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es/intl/es/webmasters/docs/guia_optimizacion_motores_busqueda.pdf
- Lecumberri, E. (2014). *Marketing en buscadores: SEM, SEO y analítica web*, Roble, Madrid.
- Ledford, J. (2018). *Seo: search engine optimization bible*. Disponible en: https://play.google.com/books/reader?id=uKz-F8PzyqAC&hl=es&printsec=frontcover&source=gbs_atb&pg=GBS.PA5

- Lopezosa, C.; Codina, L. y Caldera-Serrano, J. (2018). «SEO semántico: Framework ISS para la optimización de sitios intensivos en contenidos», en *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 29, págs. 97-122. Disponible en: <https://doi.org/10.5209/CDMU.60607>
- Maltraversi, M. (2016). *SEO e SEM: guida avanzata al web marketing*, Edizioni LSWR.
- Orense, M. y Rojas, O. (2008). *SEO-Cómo triunfar en buscadores*, ESIC, Madrid.
- Serrano-Cobos, J. (2016). *SEO: Introducción a la disciplina del posicionamiento en buscadores*, Editorial UOC, Barcelona.
- Simarro Sanchís, E. (2014). *Search Engine Ranking: A SEO Strategy. Strategies in E-Business*, Springer (US), págs. 91-103.
- Sire, G. (2014). «Référéncieur et référéncement. Cachez ces pratiques que je ne saurais voir», en *Sur le journalisme, About journalism, Sobre jornalismo*, 3, n.º1. Disponible en: <http://surlejournalisme.com/rev>
- Statcounter (2020). *Cuota de mercado de los buscadores a nivel mundial*. Disponible en: <https://gs.statcounter.com/search-engine-market-share>
- Statista (2020). *Los buscadores online-Datos estadísticos*. Disponible en: https://es.statista.com/temas/3898/los-buscadores-online/#dossierSummary__chapter5
- Terrance, A. R.; Shrivastava, S. y Kumari, A. (2017). «Importance of search engine marketing in the digital world», en *Proceedings of the First International Conference on Information Technology and Knowledge Management (ICITKM)*, 14, págs. 155-158.
- Torres Burriel, D. (2011). *Díselo a la gente. Díselo al buscador*. Disponible en: <http://www.fundeu.es/escritoeninternet/diselo-a-la-gente-diselo-al-buscador> [Acceso el 30 de abril de 2020].

5

Medir la eficacia de la comunicación científica

*Manuel Gértrudix Barrio*¹

Ideas clave

Para desarrollar una estrategia de medición de la eficacia de la comunicación científica desarrollada en el proyecto deberemos:

- Incluir en el plan de comunicación específicamente cómo se medirá el alcance de los resultados y cómo se evaluará su impacto.
- Definir objetivos SMART que permitan identificar con claridad qué elementos pueden medirse para conocer su alcance tanto en evaluaciones parciales de diagnóstico como con carácter final.
- Determinar qué dimensiones se utilizarán para articular el marco de indicadores que resulte más adecuado.
- Definir un conjunto de KPI que resulten suficientes, ajustados al tipo de acciones y productos de comunicación desarrollados, y que ofrezcan información de calidad.
- Analizar periódicamente el cuadro de mando de indicadores para comprender su evolución y tomar decisiones de mejora para aumentar el impacto de las acciones que queden por desarrollar en el proyecto.

1. Profesor titular de Comunicación Digital, Universidad Rey Juan Carlos.

5.1. Introducción

«Es el mejor de los buenos
quien sabe que en esta vida
todo es cuestión de medida:
un poco más, algo menos...»

(Antonio Machado, Proverbios y Cantares, XIII)

Una inversión de 125 millones de dólares y unos cuantos años de desarrollo por algunos de los mejores equipos técnicos pronosticaban que aquel 11 de diciembre de 1998 sería un gran día para la NASA. El satélite Mars Climate Observer comenzaba su viaje para realizar mediciones meteorológicas en Marte. Pero pronto los ingenieros comenzaron a darse cuenta de que algo iba mal. El rumbo de la nave se desviaba constantemente sin que pudiesen explicar la causa. Los peores presagios se confirmaron el 23 de septiembre de 1999 cuando perdieron contacto con la nave y el satélite se perdía irremediabilmente (NASA, 1999). ¿Qué había pasado? Después de una intensa investigación, el diagnóstico era claro: incomprensiblemente, se había cometido un error de medición. La nave utilizaba el sistema anglosajón de medidas mientras el control en Cabo Cañaveral usaba el sistema métrico decimal, por lo que las operaciones para ajustar y controlar la trayectoria de la nave estaban condenadas al fracaso desde el inicio (Harish, 2020).

«La medición es la técnica a través de la cual asignamos un número a una propiedad física, como resultado de una comparación de dicha propiedad con otra similar tomada como patrón, la cual se ha adaptado como unidad» (MetAs, 2006, pág. 6). Como demuestra la desafortunada historia del Mars Climate Observer, incluso cuando medimos, si lo hacemos mal, podemos cometer grandes errores; pero no hacerlo es el mayor de ellos. El Centro Español de Metrología nos recuerda que «el progreso en la ciencia siempre ha estado íntimamente ligado a los avances en la capacidad de medición» (CEM, 2020). Medir permite conocer científicamente y aplicar ese conocimiento en la toma de decisiones sobre cuestiones que nos afectan constantemente. Electrómetros, amperímetros, galvanómetros, óhmetros, osciloscopios...

han ido incorporándose históricamente al inventario de instrumentos de medición para una realidad de magnitudes físicas de objetos y fenómenos cada vez más compleja (MetAs, 2006; Himbert, 2009). Pero la necesidad de medir para evaluar los resultados y conocer el impacto de las acciones que desarrollamos se ha extendido a otros muchos ámbitos.

En este capítulo se analiza cómo en los procesos de comunicación resulta fundamental establecer indicadores que, aunque menos tangibles a veces que las magnitudes físicas que aludíamos, nos sirvan para conocer en qué medida logramos alcanzar los objetivos que nos habíamos planteado al inicio de nuestro plan y poder corregir, en su caso, dichas acciones si los resultados se alejan de lo que esperábamos.

En el caso de la comunicación científica de los proyectos de investigación, la importancia de orientar la acción hacia el impacto no sólo es técnica o estratégica, sino también ética. Se trata de comprender la importancia de devolver a la sociedad, desde la perspectiva de responsabilidad social universitaria (Vallaey, 2014), la confianza que ésta nos entrega al financiar, con sus recursos, nuestras investigaciones. Por ello, es necesario establecer un diálogo con todos los grupos de interés que, de manera dinámica, permita comprender y recoger sus intereses y preocupaciones, desarrollar la actividad investigadora a través de prácticas que permitan su legitimación ética, y asumir unos compromisos claros que ofrezcan respuestas a las demandas de la sociedad a la que servimos.

5.2. Planteamientos conceptuales: medir para ser más eficaces

«All the statistics in the world can't
measure the warmth of a smile.»

(Chris Hart)

Ya sabemos que hay cosas que el dinero no puede comprar —como rezaba el famoso lema de una conocida tarjeta—, y otras que los números no pueden medir; pero, para todo lo demás...

Y así es. Hay muchos aspectos de la comunicación de un proyecto de investigación que son, como veremos, muy complejos de medir; al menos, conocer la relación precisa entre el impacto logrado y las acciones concretas realizadas. Pero, como decíamos, está todo lo demás, y este «todo lo demás» da mucha información que es fundamental tanto a nivel micro —en las acciones concretas—, meso —en el contexto del proyecto—, o macro —cuando la información obtenida se usa de manera agregada para el total de una convocatoria o de un programa de financiación—.

5.2.1. Por qué es importante la medición de resultados e impacto en el plan de comunicación del proyecto

La exigencia de transparencia y rendición de cuentas de los proyectos es cada vez mayor (Cucciniello *et al.*, 2017). La ciudadanía requiere a sus gestores públicos un mayor control y seguimiento de la inversión que se realiza, también, en la investigación financiada con fondos públicos. En este sentido, las instituciones, además de solicitar los indicadores habituales de difusión científica relacionados con la publicación en revistas de impacto, que deben alcanzar a los pares científicos más próximos, requieren también que se defina una estrategia de medición de la eficacia de la comunicación científica más amplia, diversa y ambiciosa. Una estrategia que debemos establecer también desde el diseño del proyecto para que sea adecuada, alcanzable y coherente con los objetivos de éste.

Detrás de ello hay un interés por racionalizar el uso de los recursos económicos y humanos que se ponen a disposición de dicha estrategia de manera que se optimicen éstos tanto dentro del proyecto como, en una dimensión más global, en el contexto de convocatorias o programas completos. Establecer indicadores precisos permite definir modelos sostenibles y eficientes que hagan escalable el desarrollo de las acciones previstas, reduciendo costes, maximizando el impacto, y ofreciendo datos que informen

de la toma de decisiones en el diseño de futuros programas y convocatorias.

Bajo este enfoque, los requerimientos para medir, evaluar y analizar para maximizar los resultados y el impacto de los proyectos han ido aumentando con cada uno de los programa marco de investigación e innovación europeos y, en consecuencia, en las iniciativas nacionales que dimanan de aquéllos. El programa marco H2020 ha impulsado decisivamente este cambio al solicitar de forma explícita la evaluación de los resultados y el impacto de las acciones de investigación financiadas, planteando la monitorización y la evaluación como dos instrumentos esenciales para este propósito (Directorate-General for Research and Innovation, 2015). En esa línea, el nuevo programa Horizon Europe profundiza en este proceso incentivando la orientación hacia el impacto más allá de los resultados, y establece las vías de impacto clave o *Key Impact Pathways* (KIP) como un instrumento mejorado para medir las repercusiones científico-tecnológicas, en la economía y en la sociedad europea, incluyendo la contribución de los proyectos a los objetivos de desarrollo sostenible (European Commission, 2020), y el impulso de las principales misiones de investigación e innovación que abordan los principales desafíos sociales y que buscan mejorar la vida cotidiana de los ciudadanos (Joint Institute for Innovation Policy, 2018).

Consecuentemente, en las convocatorias se requiere que las propuestas de proyectos de investigación describan con precisión cuáles serán los resultados y el impacto que tendrán sus planes de comunicación, diseminación y divulgación, y cómo va a medirse éste (Gértrudix *et al.*, 2020). Por tanto, en la elaboración de la propuesta, el equipo encargado de desarrollar el PDER —Plan de difusión y explotación de resultados— tendrá que tener en cuenta la importancia que, desde el mismo diseño del proyecto, tiene comprender el impacto desde una dimensión 360°, considerando todos los públicos que forman parte del modelo de la cuádruple hélice de la innovación (Carayannis y Campbell, 2019), así como las diferentes dimensiones temporales de éste, que trataremos más adelante.

La necesidad de hacer una investigación e innovación responsable (RRI) supone, además, establecer un diálogo efectivo con la sociedad, en todas las fases del proceso investigador, y otorga a la comunicación el papel de contribuir a la rendición de cuentas sobre los compromisos asumidos, mediante la medición y comunicación de resultados (Fernández-Beltrán *et al.*, 2017). Y ello, sólo es posible si hemos desarrollado un planteamiento que, desde el inicio, nos oriente a su logro.

Por tanto, conocer la eficacia que tienen las acciones de comunicación científica requiere definir una estrategia a través de la cual se establezcan los mecanismos necesarios para saber en qué medida los objetivos planteados se logran, de forma que se pueda evaluar el desempeño real de las acciones llevadas a cabo, y corregirlas en su caso. Se trata de evaluar mediante pruebas que permitan conocer el alcance obtenido, considerando su eficacia y eficiencia, la pertinencia en relación con los objetivos planteados, su coherencia y el valor añadido que aporta (Directorate-General for Research and Innovation, 2015, pág. 27).

5.2.2. A qué nos referimos con «impacto»

El Economic and Social Research Council británico define el impacto como «la contribución demostrable que hace una investigación de excelencia para la sociedad y la economía», y establece tres ámbitos en los que debe producirse: el académico, el económico y el social (2020). Los tres son necesarios porque suponen contribuciones complementarias y necesarias en sí. En el primer caso, impulsando el avance del conocimiento metodológico, teórico y aplicado de las disciplinas. En los otros dos, promoviendo un desarrollo socioeconómico que beneficie a los individuos, a las organizaciones y a la sociedad en su conjunto.

Pero lo cierto es que, como veíamos en el capítulo sobre «Conectar con los públicos de la ciencia», en los planes de comunicación, diseminación y divulgación científica, la cultura del impacto sigue privilegiando el prestigio académico, lo que hace que

los esfuerzos se orienten fundamentalmente a la diseminación, buscando la publicación de resultados en revistas y congresos especializados que lleguen a los pares científicos. Ello en detrimento de una comunicación y divulgación orientada a audiencias más amplias, como requiere el European IPR Helpdesk (2018).

5.2.3. Cómo medimos los resultados y el impacto

Los indicadores de rendimiento o KPI —*Key Performance Indicator*— facilitan, mediante el uso de métricas cuantitativas (Bauer, 2004), evaluar cómo influyen las diferentes actividades en los resultados que se han obtenido, y de qué manera éstas han incrementado o deteriorado los objetivos que se perseguían (IBM, 2017).

Existen diferentes fórmulas para referirse a los indicadores de rendimiento, como KPI, PI, *lead indicator*, *lag indicator*, *metric*, *index*, *key figure*... (Barr, 2008), por lo que esta misma diversidad hace que el número de opciones que podemos usar como referencia para medir una misma actuación sea muy diverso.

En función de los elementos de medición, Badawy *et al.* (2016), categorizan éstos en:

- KRI (*Key Result Indicators*), que señalan lo que se ha conseguido.
- RI (*Result Indicators*), que indican lo que se ha hecho.
- PI (*Performance Indicators*), revelan lo que se debe hacer.
- KPI (*Key Performance Indicators*), que informan sobre lo que debe hacerse para incrementar el rendimiento.

Aterrizar este modelo en el seguimiento del impacto de un plan de comunicación es fundamental para que realmente nos resulte de utilidad. En función de dónde nos interese poner el acento, y qué nos interese medir, podemos utilizar (Vaisman y Zimányi, 2014):

- Indicadores de carácter temporal, como los *leading* KPI, *coincident* KPI o *lagging* KPI.
- Indicadores cuantitativos o cualitativos, como los *quantitative* KPI o *qualitative* KPI.
- Procesuales, tanto de entrada como de salida, tales como los *input* KPI o *output* KPI.
- Operacionales o estratégicos, como los *operational* KPI o *strategic* KPI.
- De calidad, contexto, etc., como los *quality* KPI o *context* KPI.

La combinación de indicadores que utilicemos deberá ser lo más exhaustiva posible y resultar adecuada para que el seguimiento del proyecto y de sus acciones de comunicación, divulgación y difusión permitan tomar decisiones informadas y corregir su orientación donde sea necesario.

La definición de estos indicadores sirve, también, para que, desde el inicio, todos los investigadores y colaboradores que participen en el proyecto conozcan y compartan la estrategia perseguida, lo que ayudará a que se sumen a ella y contribuyan al logro de los mismos objetivos colectivos.

Además, establecer indicadores, y definir en ellos un valor esperado, nos acerca a conocer el ROI —*return of investment* o retorno de la inversión del proyecto—, y poder comunicarlo socialmente. Más allá del valor puramente cuantitativo que podamos asociar al ROI, lo cierto es que éste puede incluir cualquier beneficio al proyecto, lo que incluye también datos subjetivos relacionados con éste (Phillips, 1997). En el caso de los proyectos de investigación, y de forma concreta en sus planes de difusión y divulgación, el ROI debe estar asociado a todos aquellos otros elementos que generan valor y aportan beneficios medibles al proyecto, como el nivel de conocimiento de la acción, la participación de los agentes involucrados, la aplicabilidad del conocimiento obtenido, el nivel de interés generado, etc.

5.2.4. Cómo trazamos el impacto

La trazabilidad de los resultados es otro elemento fundamental para mejorar el seguimiento del impacto por parte de las instituciones financiadoras. Ello requiere contar con sistemas normalizados que identifiquen unívocamente los componentes y agentes que forman parte de una investigación. De este modo, el uso de identificadores persistentes se ha generalizado en los procesos de difusión científica tanto para autores —ORCID, WOS ResearchID...— (Youtie *et al.*, 2017) como para artículos —DOI, *Digital Object Identifier*— (Langston y Tyler, 2004; European Commission, 2019).

En este proceso, el uso de los identificadores persistentes (PID) de instituciones en los artículos científicos es más reciente y desconocido a pesar de que es esencial para facilitar el seguimiento y trazabilidad de las ayudas, por lo que nos centraremos en ellos en este apartado con el fin de explicar qué son, para qué sirven, por qué y cómo debemos usarlos para maximizar la trazabilidad del impacto de las publicaciones derivadas del proyecto y aumentar su impacto académico.

La tarea administrativa de documentar y elaborar informes para mostrar y justificar las actividades de investigación es siempre tediosa. De ahí que la introducción de sistemas estandarizados de identificación persistente (PID) de instituciones es una oportunidad para automatizar una buena parte de ese proceso de seguimiento del flujo de financiación (Meadows y Haak, 2018). Los PID son códigos que identifican de manera exclusiva a una organización o institución (agencia financiadora, universidad, centro de investigación...) lo que permite desambiguar referencias documentales en el caso de organismos con nombres iguales o similares, realizando una asignación precisa del mérito a aquella que corresponda.

Esta asignación facilita el reconocimiento y trazabilidad de las ayudas a través de sus resultados de difusión (Crossref, 2020) además de ser un medio para asociar a los autores con las instituciones a las que pertenecen y a los proyectos con aquellas organizaciones en las que se desarrollan (Grid, 2018).

Además, este proceso de asignación permitirá realizar tratamientos automatizados posteriores de los datos que pueden ser muy útiles para diferentes propósitos:

- Hacer un seguimiento del impacto que la financiación del proyecto ha tenido en resultados publicables para la comunidad científica, lo que es relevante para entidades, instituciones de investigación y patrocinadores.
- Ofrecer confiabilidad a la sociedad mediante un proceso de rendición de cuentas, ya que cualquier ciudadano puede acceder al buscador de agencias que integra la información actualizada en Funder Registry y conocer si la financiación de los proyectos genera resultados.
- Favorecer el desarrollo de servicios de valor añadido elaborados por proveedores de servicios, como los tratamientos posteriores de los datos para analizar aspectos tales como en qué áreas o campos de investigación se produce más, con qué periodicidad, con qué alcance, en qué tipo de publicaciones, las características que presentan, el número de autores que firman las publicaciones, o cualquier otra que se realice tanto con los datos disponibles como cruzando estos datos con otros *dataset* relacionados con producción científica.
- Informar a los investigadores sobre cuáles son las fuentes de financiación predominantes para su área y temática de trabajo.

Por otra parte, la creciente oportunidad y la necesidad de automatizar la elaboración de informes de impacto ha favorecido que este tipo de mediciones se extienda a otros ámbitos, como los recursos de investigación.

Las infraestructuras de investigación especializadas suponen una importante inversión canalizada a través de convocatorias como la de Equipamiento Científico-Técnico del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Pero no siempre resulta sencillo, dentro del flujo de publicación y diseminación, conocer cuál ha sido el nivel de explotación y el impacto que éstas han

tenido en los resultados de las investigaciones como consecuencia de su uso.

El objetivo, nuevamente, es utilizar identificadores persistentes, entre otros asociados a ORCID, que faciliten la recolección automatizada de esta información para hacer un seguimiento más preciso y eficaz, y disponer de información consolidada sobre el alcance y uso de estas instalaciones singulares, y en ello está el User Facilities and Publications Working Group de ORCID (2017) que ha realizado ya propuestas en esta línea con el objetivo de racionalizar la carga de trabajo administrativa para los investigadores (Haak *et al.*, 2017).

5.3. Acciones prácticas para desarrollar una estrategia de evaluación del impacto

«Genius is in the idea. Impact, however,
comes from action.»

(Simon Sinek)

5.3.1. Primer paso: establecer objetivos SMART

Como hemos visto en capítulos anteriores, el primer paso para elaborar un buen sistema de indicadores del plan de comunicación es declarar los objetivos o metas mediante el método SMART (Doran, 1981; Bjerke y Renger, 2017) para que éstos sean:

1. Específicos (*Specific*), de manera que se defina con claridad qué se debe conseguir, cómo va a lograrse, quién es responsable de ello, y a quién satisface su logro.
2. Medibles (*Measurable*), lo que significa que permiten establecer KPI para su medición con el fin de conocer cuál es su nivel de cumplimiento, evaluar cómo evoluciona con el tiempo, e introducir, si es necesario, medidas correctoras para impulsarlos.

3. Alcanzable (*Attainable*), lo que requiere que su definición sea realista en el contexto del proyecto, que se ajuste a los recursos técnicos y humanos y al presupuesto disponible.
4. Relevante (*Relevant*), siendo de interés para el proyecto y para sus destinatarios que se mida ese resultado, lo que implica que la información que ofrece permitirá tomar decisiones que mejoren las acciones de comunicación realizadas.
5. A tiempo (*Timely*), que pueda lograrse en el plazo de desarrollo del proyecto.

5.3.2. Segundo paso: evaluar qué dimensiones de evaluación se utilizarán

Una vez establecidos los objetivos es el momento de definir la estrategia de monitorización de la comunicación del proyecto que se puede articular en función de las siguientes dimensiones de evaluación:

- Operativa.
- Temporal.
- Área de impacto.

a. Dimensión operativa

A nivel operativo, los resultados y el impacto del proyecto pueden darse mediante tres vías (Economic and Social Research Council, 2020):

1. Instrumental. La comunicación se orientará a presentar los resultados de la investigación con el propósito de influir o intervenir en el desarrollo de políticas públicas, la puesta en marcha de prácticas o servicios, la elaboración de proyectos legislativos, la modificación de comportamientos, etc.
2. Conceptual. Las acciones de comunicación buscarán reposicionar o establecer debates en la agenda pública o en la po-

lítica, reflexionar sobre los resultados de determinadas políticas, etc.

3. Desarrollo de capacidades. El proceso de comunicación se dirigirá a impulsar el desarrollo de competencias y habilidades clave para determinados colectivos.

b. Dimensión temporal

Desde la dimensión temporal, tomando como referencia la cadena del impacto (Impact Reporting and Investment Standards, IRIS, 2020), el conjunto de actividades de comunicación, diseminación y divulgación (*activities*) desarrolladas darán lugar:

1. En el corto plazo, a los productos (*outputs*), que son aquellos logros inmediatos y directos que se obtienen como consecuencia de las acciones de comunicación. En un proyecto que busque, por ejemplo, mejorar la implicación ciudadana con la valorización de RSU (residuos sólidos urbanos), correspondería con el número de vídeos producidos en los que expertos introducen conceptos de la economía circular, concursos escolares realizados para incentivar los procesos de recogida selectiva, reuniones de sensibilización con los colectivos implicados para la aceptación de los productos de las biorrefinerías, etc.
2. A medio plazo, a los resultados (*outcomes*), que corresponden con las consecuencias que se persiguen con el desarrollo del proyecto y están directamente relacionados con los objetivos iniciales de éste. En el ejemplo de este proyecto, si uno de los objetivos es mejorar el uso del quinto cubo marrón para la recogida selectiva de los residuos orgánicos en una determinada población, algunos resultados podrían ser el aumento del porcentaje de hogares que realizan la recogida selectiva, o el crecimiento total del RSU recogido.
3. Por último, los impactos (*impacts*) corresponden con las consecuencia que, a largo plazo, podrá generar el proyecto. En nuestro ejemplo, el impacto podría ser el aumento de compuestos de valor añadido producidos por biorrefinerías

locales generados con los RSU recogidos, o el aumento de la tasa de aceptación de dichos productos por parte de los ciudadanos, desplazando el consumo de otros productos elaborados en procesos de economía lineal, lo que, en último término, contribuiría a reducir el consumo de combustibles fósiles y, con ello, la contaminación en la población.

Lógicamente, los KPI que resultan más sencillos de establecer desde el plan de comunicación, difusión y explotación de resultados son los productos y los resultados. Pero aunque sea complejo establecer que éste no se ha producido, además, por otras muchas causas, la orientación al impacto debe ser el eje sobre el que se organice el resto. Aunque sea más sencillo medir los cambios de comportamiento en el corto plazo, lo relevante es cómo se contribuye en el largo plazo en las condiciones sociales o estructurales (Storey, 2008).

c. Dimensión del área de impacto

Como hemos indicado, Horizon Europe establece los *Key Impact Pathways* como una parte fundamental del *Horizon Indicator Framework* y define tres áreas de impacto (European Commission, 2019):

1. Impacto científico, que corresponde con la difusión de nuevo conocimiento aplicado de alta calidad, el desarrollo de competencias, la movilidad de los investigadores, la atracción de talento, etc.
2. Impacto social, que recoge todas las iniciativas de comunicación que ayuden a la difusión de conocimiento con carácter general, que fortalezcan el impacto de la investigación e innovación y la creación de una opinión pública que contribuya al desarrollo de soluciones innovadoras para enfrentar los retos globales.
3. Impacto económico y tecnológico, que incluye el impulso de todas las formas de innovación, la facilitación del desarrollo y la transferencia de tecnología.



Figura 8. Nueve KPI generales en Horizon Europe.
Fuente: traducido de European Commission (2019).

Otro enfoque similar que podemos tomar es el elaborado por el Economic and Social Research Council, que recoge estas áreas de impacto desde la perspectiva del intercambio de conocimiento (KE, *knowledge exchange*). Éste comprende todas las actividades que permiten conectar a los investigadores con los potenciales usuarios de sus resultados, por lo que el plan de comunicación debe planificar y presupuestar todas aquéllas que resultan adecuadas para el proyecto, y establecer los resultados y el impacto esperado de una forma más amplia de lo que habitualmente suele hacerse. Así, estas actividades pueden comprender (Bullock y Hughes, 2026, pág. 4):

1. Acciones de comercialización, que incluyen el número de patentes, licencias, creación de *spin-off* o consultorías de negocio.
2. Actividades orientadas a las personas, que potencian el conocimiento y la formación de los equipos investigadores mediante la asistencia a conferencias, la participación en redes y el desarrollo de actividades formativas, pero también las que suponen intercambio mediante la participación en consejos consultivos o en foros especializados.
3. Actividades dirigidas a la resolución de problemas, que aglutinan una amplia variedad de opciones como el aseso-

ramiento o la consultoría informal, el desarrollo de publicaciones conjuntas con otras organizaciones, la movilidad de personal investigador —de entrada y de salida—, la cesión de personal, el desarrollo de prototipos o la realización de pruebas, etc.

4. Actividades comunitarias, entre las que se encuentran acciones tan variadas como las conferencias impartidas para públicos no especializados, el desarrollo de proyectos escolares, actividades empresariales de carácter social, exhibiciones, talleres, actividades de divulgación, etc.

5.3.3. Tercer paso: definir los KPI

El tercer paso es el que corresponde con la definición en sí de los KPI. Estos indicadores de rendimiento son los elementos de medida que forman parte del cuadro de mando que nos permitirá evaluar, a lo largo del proyecto, cuál es el nivel de logro que se ha alcanzado, y tomar decisiones para reorientar o intensificar las acciones de comunicación.

a. Modelos para la elaboración de los KPI

Existen diferentes modelos para la elaboración de indicadores de rendimiento, como el establecido por Parmenter (2015) que se desarrolla a través de siete niveles. Pero probablemente sea la metodología del Instituto ROI (2018) la que resulta más útil para la medición del retorno de inversión de un plan de comunicación de un proyecto competitivo de investigación. Ésta establece cuatro grandes categorías: reacción, aprendizaje, aplicación e impacto, y que se desarrollan en una secuencia de cuatro bloques:

1. Evaluación del plan. Se desarrollan los objetivos que queremos alcanzar y, sobre éstos, se establece el plan de evaluación y la forma de obtener y analizar los datos para hacerlo.
2. Obtención de datos. Se definen los instrumentos de recogida de datos y se colectan éstos en función de dichos instrumentos.

3. **Análisis de los datos.** Se analizan los datos en el contexto del plan de comunicación del proyecto, se convierten los datos en métricas objetivables y se calcula el ROI.
4. **Informar.** Los resultados se trasladan a un informe que recoge tanto los beneficios obtenidos como los elementos de mejora para futuras fases del proyecto o la realización de nuevos.



Figura 9. Pasos para medir el ROI del plan de comunicación de un proyecto. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto ROI.

b. Métricas de impacto en las acciones y productos digitales

En el capítulo sobre «Diseñar una estrategia de *marketing* de contenidos científicos» hemos visto cómo una parte fundamental de las acciones de comunicación que podemos llevar a cabo en un proyecto de investigación está vinculada a los medios digitales propios, y en el de «Posicionar los contenidos web de la comunicación científica» qué técnicas podemos aplicar para mejorar el posicionamiento y el impacto de estas acciones trabajando para que los buscadores localicen e indexen mejor nuestros contenidos y lograr, con ello, alcanzar mejor a nuestras audiencias.

De este modo, una parte importante de los KPI de la comunicación del proyecto estarán orientados a evaluar si están funcionando las acciones en el entorno digital y qué resultados (*outcomes*) estamos obteniendo. La medición de KPI requiere la utilización de la analítica web, aplicando todas las técnicas y prácticas de recogida, tratamiento, codificación, análisis, evaluación y discusión sobre los datos relativos a despliegue de los productos y servicios desarrollados y, de este modo, conocer cuál es el comportamiento de los usuarios en su interacción con ellos (Gértrudix, 2019).

La disponibilidad de KPI es tan amplia (Rubio, 2020), que deberemos seleccionar cuáles son los más adecuados a nuestros propósitos. Más indicadores no significa necesariamente una mejor medición de los resultados, porque, aunque todo se puede medir, «no todas las mediciones nos darán información igual de valiosa» (Moraleta, 2020). A continuación se muestran algunos ejemplos de indicadores que podemos utilizar:

1. De audiencia, como el número de visitas al sitio web del proyecto, los visitantes nuevos *vs.* recurrentes, el tiempo de permanencia o el porcentaje de rebote, entre otros.
2. De adquisición y comportamiento, como los relacionados con las visitas con conversiones o suscripciones —a la *newsletter*, por ejemplo—, las veces que se comparte contenido en las redes sociales, la procedencia del tráfico obtenido, etc.

3. De conversión y atribución, como el número de objetivos cumplidos, los procesos de conversión, el tiempo o las rutas a través de las que se consigue el proceso.
4. De *Search Console*, como la mejora en tiempos de carga, en los resultados de AMP —*Accelerated Mobile Pages*—, la profundidad de indexación en los buscadores, etc.
5. Asociados a redes sociales (Facebook, Twitter, LinkedIn, Instagram...), como los de comunidad o audiencia, impacto de la comunicación, visitas, acciones, etc.
6. Asociados a *newsletter* o campañas de *email marketing*, como las tasas de apertura, de clics sobre el contenido, de reenvío a terceros, etc.

5.4. Acciones prácticas para mejorar la trazabilidad de los resultados y el impacto

5.4.1. Primer paso: seleccionar los identificadores persistentes

Actualmente hay diferentes proveedores de identificadores de organizaciones que, además de asignar un código persistente a cada institución, organismo o agencia, ofrecen buscadores de acceso libre y gratuito.

- GRID identifiers (www.grid.ac), que es una base de datos gratuita y de libre acceso de identificadores de instituciones de investigación.

GRID

EXPLORE DOWNLOADS DISAMBIGUATE POLICIES STATISTICS CONTACT

King Juan Carlos University

grid.28479.30

Metadata:

ID

grid.28479.30

Types

Education

Established

1996 CE

External links:

Institute Links

https://www.urjc.es/

Wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/King_Juan_...

ISNI

0000 0001 2206 5938

Crossref

501100007511

OrgRef

4459411

QID

Q2000629

ROR

https://ror.org/01v5cv687*

* Preferred ID

Madrid - Spain



Figura 10. Ficha de resultados del buscador GRID.
Fuente: GRID. Disponible en: www.grid.ac

- Ringgold organization identifiers (www.ringgold.com/ringgold-identifier) e ISNI —International Standard Name Identifier— (isni.org), que es el sistema de afiliación institucional utilizado por ORCID.
- Legal Entity Identifiers —LEIs— (www.gleif.org/en/about-lei/introducing-the-legal-entity-identifier-lei), que es un código alfanumérico basado en la norma ISO 17422, y que permite responder a dos preguntas clave: quién es quién, y quién pertenece a quién.
- ROR —Research Organization Registry Community— (ror.org), una comunidad y una infraestructura para ofrecer identificadores únicos a las instituciones internacionales de investigación.
- Crossref Funder Registry identifiers (search.crossref.org/funding), que facilita un registro internacional con identificadores exclusivos de las entidades que permite trazar cuándo y dónde se publican resultados derivados de los proyectos.

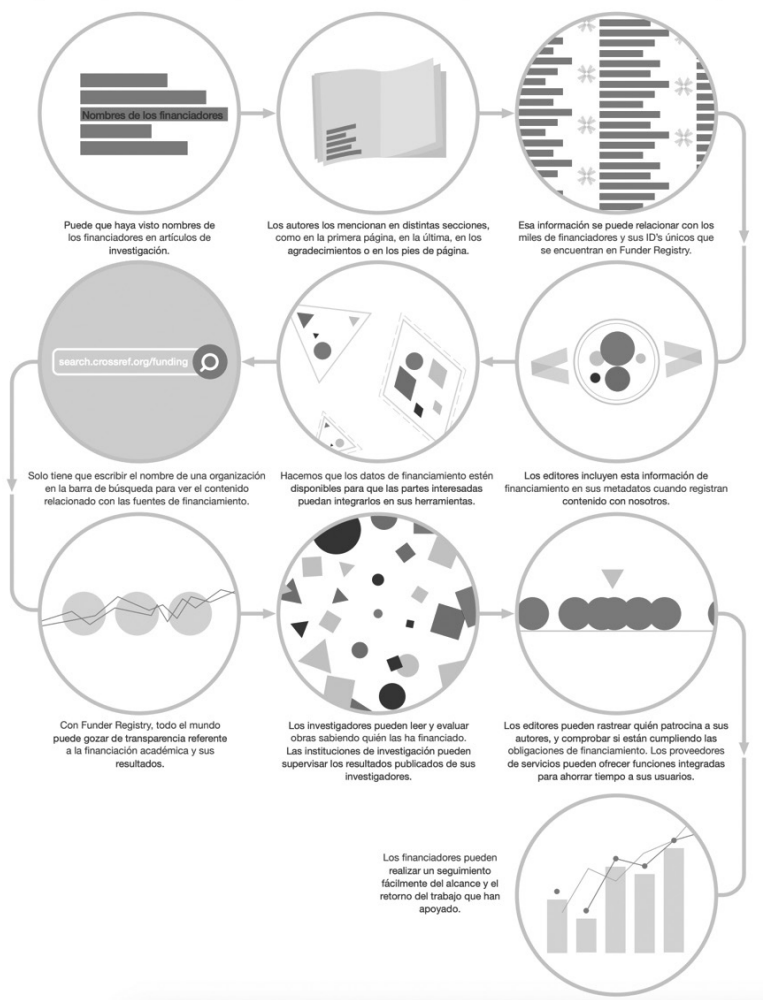


Figura 11. Funcionamiento de *Funder Registry*.
Fuente: Crossref. Disponible en: <https://www.crossref.org/pdfs/about-funder-registry-spanish.pdf>

5.4.2. Segundo paso: incorporar el identificador persistente en los artículos

La mayor parte de las revistas incluyen en sus plantillas para el envío de artículos un apartado destinado a informar sobre la fi-

nanciación que ha dado origen al trabajo publicado. De este modo, se solicita a los autores que incluyan un conjunto de datos sobre la agencia o agencias de apoyo, públicas y/o privadas, tales como:

- El título del proyecto.
- La entidad o entidades financiadoras.
- El programa o convocatoria.
- La referencia del proyecto.

Además, cuando se trata de una investigación financiada por un proyecto de la Unión Europea, y la revista está adscrita a la iniciativa Funding Data (Crossref, 2020), se solicita que se incluya la referencia del proyecto (projectID) en el apartado de metadatos siguiendo el modelo definido en las *guidelines* de OpenAire (2015).

Para incorporar el identificador persistente basta con acceder a cualquiera de las aplicaciones (GRID identifiers, Ringgold organization identifiers, Legal Entity identifiers o Crossref Funder Registry) buscar la entidad y añadir a la referencia de ésta el resto de los datos solicitados por la revista, tanto en el documento del artículo como en la ficha de metadatos que se deberá completar al realizar el envío.

5.5. Conclusiones

Albert Siefert, oficial ejecutivo de la NASA, decía que «En la NASA, nunca castigamos el error, sólo castigamos el ocultamiento del error». El análisis del incidente del Mars Climate Observer sirvió, por ejemplo, para mejorar los procesos técnicos y la calidad de los sistemas de alerta para evitar errores como el que se cometió en aquella ocasión. Nada se perfecciona si no se evalúa, incluso cuando aparentemente todo ha ido bien.

La planificación de la comunicación de los proyectos de investigación debe incluir el proceso de medición de los resultados previstos y del impacto esperado para optimizar los recursos dis-

ponibles, obtener los mayores alcances y tomar decisiones informadas que permitan reconducir, en su caso, las acciones de comunicación.

Para la medición del impacto se utilizan los indicadores de rendimiento o KPI —*Key Performance Indicator*—. La combinación de indicadores que utilicemos deberá ser lo más exhaustiva posible y resultar adecuada para que el seguimiento del proyecto y de sus acciones de comunicación, divulgación y difusión.

La trazabilidad de los resultados es otro elemento fundamental para mejorar el seguimiento del impacto por parte de las instituciones financiadoras. Ello requiere contar con sistemas normalizados que identifiquen unívocamente los componentes y agentes que forman parte de una investigación.

El desarrollo de una estrategia de evaluación del impacto comienza estableciendo los objetivos mediante el método SMART. El segundo paso es evaluar las dimensiones que se utilizarán para articular el marco de indicadores más adecuado, seleccionando aquellos enfoques que resulten más indicados: operativos, temporales o de área en la que se produce el impacto. Por último, se deben definir los KPI a utilizar. En el caso de las métricas de impacto en las acciones y productos digitales podemos establecer KPI vinculados con las audiencias, la adquisición y comportamiento, la conversión y atribución, la mejora de los resultados de búsqueda, los asociados a la redes sociales o los vinculados a las acciones de *email marketing*.

La estrategia debe contemplar también cómo ayudar a la trazabilidad de los resultados para mejorar el seguimiento del impacto por parte de las instituciones financiadoras. Es fundamental establecer mecanismos que garanticen el uso, por parte de todos los investigadores, de identificadores persistentes tanto para autores —ORCID, WOS ResearchID...—, como para artículos —DOI, *Digital Object Identifier*—, así como aquéllos que referencian tanto a las instituciones que financian como a las que pertenecen los autores.

5.6. Referencias

- Badawy, M.; El-Aziz, A.; Idress, A. M.; Hefny, H. y Hossam, S. (2016). «A survey on exploring key performance indicators», en *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1-2), págs. 47-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2016.04.001>
- Barr, S. (2008). *What Does «KPI» Really Mean?* KPI Library. Disponible en: <http://kpilibrary.com/topics/what-does-kpi-really-mean>
- Bauer, K. (2004). «KPIs-The metrics that drive performance management», en *Information Management*, 14(9), pág. 63.
- Bjerke, M. B. y Renger, R. (2017). «Being smart about writing SMART objectives», en *Evaluation and program planning*, 61, págs. 125-127. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2016.12.009>
- Bullock, A. y Hughes, R. (2016). *Knowledge Exchange and the Social Sciences; A Report to ESRC from the Centre for Business Research*. University of Cambridge. Disponible en: <https://esrc.ukri.org/files/collaboration/knowledge-exchange-and-the-social-sciences/>
- Carayannis, E. G. y Campbell, D. F. (2019). *Mode 1, Mode 2, and Mode 3: Triple Helix and Quadruple Helix*. Smart Quintuple Helix Innovation Systems, págs. 17-30. Springer, Cham.
- CEM. Centro Español de Metrología (2020). *¿Qué importancia tiene la Metrología para la sociedad?* Disponible en: https://www.cem.es/preguntas_frecuentes/%C2%BFqu%C3%A9-importancia-tiene-la-metrolog%C3%ADa-para-la-sociedad
- Crossref (2020). *Funder Registry service factsheet*. Disponible en: <https://www.crossref.org/services/funder-registry>
- Cucciniello, M.; Porumbescu, G. A. y Grimmelikhuijsen, S. (2017). «25 years of transparency research: evidence and future directions», en *Public Administration Review*, 77(1), págs. 32-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/puar.12685>
- Directorate-General for Research and Innovation (2015). *Horizon 2020 indicators. Assessing the results and impact of Horizon*. Disponible en: http://ec.europa.eu/newsroom/horizon2020/document.cfm?doc_id=10927

- Doran, G. T. (1981). «There's a SMART way to write management's goals and objectives», en *Management review*, 70(11), págs. 35-36.
- Economic and Social Research Council (2020). *What is impact? UKRI*. Disponible en: <https://esrc.ukri.org/research/impact-toolkit/what-is-impact/>
- European Commission (2019). «Horizon Europe. The next EU Research & Innovation investment programme (2021-2027)», en *Horizon Europe implementation: Reporting and Communicating*. Disponible en: http://eu-isciii.es/wp-content/uploads/2019/10/6_Reporting-and-DE-Spanish-event.pdf
- European Commission (2020). *Implementation Strategy for Horizon Europe. Version 1.0*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_implementation-strategy_he.pdf
- European IPR Helpdesk. (2018). *Making the most of your H2020 project. Boosting the impact of your project through effective communication, dissemination and exploitation*. Disponible en: https://www.iprhelpdesk.eu/sites/default/files/EU-IPR-Brochure-Boosting-Impact-C-D-E_0.pdf
- Fernández-Beltrán, F.; García-Marzá, D.; Sanahuja-Sanahuja, R.; Andrés-Martínez, A. y Barberá-Forcadell, S. (2017). «La gestión de la comunicación para el impulso de la Investigación e Innovación Responsables: propuesta de protocolo desde la ética dialógica», en *Revista latina de comunicación social*, 72, págs. 1.040-1.062. Disponible en: <https://doi.org/10.4185/RLCS-2017-1207>
- Gértrudix, M. (2019) «Analítica web: Concepto y aplicaciones», en *OER Comunicación Digital*. Disponible en: <https://manuel.gertrudix.atavist.com/analitica-web>
- Gértrudix, M.; Rajas, M.; Gertrudis-Casado, M. C. y Gálvez-de-la-Cuesta, M. C. (2020). «Gestión de la comunicación científica de los proyectos de investigación en H2020. Funciones, modelos y estrategias», en *Profesional de la información*, v. 29, n.º 4, e290424. Disponible en: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.24>

- GRID (2018). *Openly accessible database of research institution*. Disponible en: <https://www.grid.ac/pages/contact>
- Haak, L.; Arndt, E.; Brown, B.; Doyle, M.; Elsayed, M.; Garvey, P.; Law, T.; Nasta, K.; Peters, R.; Ratner, H.; Schorf, C.; Watson, S. y White-DePace, S. (2017). *User Facilities and Publications WG: Findings and Opportunities*. Disponible en: https://figshare.com/articles/User_Facilities_and_Publications_-_Findings_and_Opportunities/5623750/1
- Harish, A. (2020). «When NASA Lost a Spacecraft Due to a Metric Math Mistake», en *Simscale Blog*. Disponible en: <https://www.simscale.com/blog/2017/12/nasa-mars-climate-orbiter-metric>
- Himbert, M. A. (2009). «Brief history of measurement», en *The European Physical Journal Special Topics*, 172, págs. 25-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2009-01039-1>
- Impact Reporting and Investment Standards (2020). *System for measuring, managing, and optimizing impact*. IRIS. Disponible en: <https://iris.thegiin.org>
- IBM (2017). *What are key performance indicators or KPIs?* Disponible en: <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSES6Y/cxcloud/Using/kpis.html>
- Langston, M. y Tyler, J. (2004). «Linking to journal articles in an online teaching environment: The persistent link, DOI, and OpenURL», en *The Internet and higher education*, 7(1), págs. 51-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2003.11.004>
- NASA (1999). *NASA's Mars Climate Orbiter Believed to be Lost*. Jet Propulsion Laboratory. Disponible en: <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=5000>
- Joint Institute for Innovation Policy, JIIP (2018). *Mission-Oriented Research and Innovation. Inventory and characterization of initiatives*. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3b46ce3f-5338-11e8-be1d-01aa75ed71a1/language-en>
- Meadows, A. y Haak, L. (2018). «How persistent identifiers can save scientists time», en *FEMS microbiology letters*, 365(15), fny143. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/femsle/fny143>
- MetAs (2006). «Historia del Sistema Internacional de Unidades (SI)», en *La Guía MetAs*, 6, 2. Disponible en: <http://www>

- metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-06-02-Historia-del-SI.pdf
- Moraleda, V. (2020). *Cómo hacer el plan de comunicación de tu ONG: del análisis a las estrategias y acciones para conseguir objetivos*. SocialCO. Disponible en: <https://www.socialco.es/plan-de-comunicacion-digital-en-las-ong-v-estrategias-y-acciones-para-conseguir-objetivos>
- OpenAire (2015). *Guidelines de OpenAire*. Disponible en: https://guidelines.openaire.eu/en/latest/literature/field_projectid.html
- ORCID (2017). *User Facilities and Publications Working Group*. Disponible en: <https://orcid.org/content/user-facilities-and-publications-working-group>
- Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Disponible en: <https://bit.ly/2QgX7di>
- Phillips, J. J. (1997). *Measuring return on investment* (Vol. 2). American Society for Training and Development.
- ROI Institute (2018). *The ROI Methodology*. Disponible en: <https://roiinstitute.net/free-tools>
- Rubio, F. (2020). «Qué es un KPI en Marketing y las métricas más importantes», en *Aula CM*. Disponible en: <https://aulacm.com/kpi-metricas-marketing>
- Storey, J. D. (2008). «Planning of Development Communication», en *The International Encyclopedia of Communication*. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/9781405186407.wbiecd026>
- Vaisman, A. y Zimányi, E. (2014). *Data warehouse systems. Data-Centric Systems and Applications*. Springer.
- Vallaes, F. (2014). «La Responsabilidad Social Universitaria: Un nuevo modelo universitario contra la mercantilización», en *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 5(12). Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(14\)71945-6](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(14)71945-6)
- Youtie, J.; Carley, S.; Porter, A. L. y Shapira, P. (2017). «Tracking researchers and their outputs: new insights from ORCIDs», en *Scientometrics*, 113(1), págs. 437-453.

PARTE 2

Cómo seleccionar los canales y elaborar los contenidos

6

Comunicar la ciencia en las redes sociales

María del Carmen Gálvez de la Cuesta¹

Ideas clave

Para comunicar ciencia en redes sociales debes:

- Reconocer los públicos-objetivo.
- Elegir las redes más adecuadas a los públicos.
- Planificar y proyectar las acciones comunicativas.
- Crear indicadores de rendimiento (KPI).
- Crear y generar contenidos de valor.
- Analizar y medir el impacto y los resultados de la acción comunicativa.

6.1. Introducción

Difundir los resultados de la investigación científica es una tarea compleja cuando se aborda desde determinados contextos, y sin duda arriesgada cuando se trata de estructurarlos alrededor de un mensaje que, cuanto menos, debe ser atractivo desde el punto de vista visual y gráfico. Comunicar ciencia, ya sea desde

1. Docente e investigadora, Universidad Rey Juan Carlos.

su análisis o desde los propios resultados de una investigación, no es fácil, y hasta hace no demasiado tiempo, ni siquiera mínimamente atractivo para públicos generales. Afortunadamente, como muchas otras cosas, la ciencia se encuentra en vías de cambio y los procesos que provocan la construcción de un discurso accesible y entendible para cualquier persona comienzan a ser algo habitual.

La IX Encuesta sobre la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2018), indica que más de la mitad de las personas entrevistadas (57,8%) se informa sobre ciencia y tecnología a través de internet, y el 75,7% de ellas lo hacen a través de redes sociales. Sin embargo, a pesar de esto todavía hay un considerable número de científicos que considera que los medios sociales son más una moda que una herramienta válida para la difusión científica (Garza, 2017),

Cuando se decide en qué red social se comunicará la información relativa a un proyecto de investigación, así como la forma de articular ese mensaje, deben tenerse en cuenta diferentes criterios que ayuden a dirigirse a diferentes tipos de público. Uno de los factores que influyen en la elección de una determinada red social es el rango de edad que más la utiliza.

Así, el último Estudio Anual de Redes Sociales (IABSpain, 2020) señala que un 87% de los internautas de entre 16 y 65 años utiliza las redes sociales, representando más de 25,9 millones de usuarios, y por tanto de público potencial. La cifra ha aumentado en relación a los últimos tres años, probablemente a consecuencia del confinamiento derivado por la pandemia de coronavirus, según señala el estudio.

La población española pasa conectada a las redes sociales en torno a 1 hora y 20 minutos al día, según el mismo estudio, siendo mayor el tiempo dedicado por los grupos de edad más jóvenes y por los hombres. Este aspecto ha experimentado también una subida importante, de nuevo en el contexto del confinamiento producido por razones de salud pública.

Estas cifras resultan una evidencia de las características únicas que las redes sociales reúnen como medio para la difusión de

información rápida a la ciudadanía, y sin duda, la ciencia no debería abstraerse de su fuerza y el impacto que puede significar a la hora de comunicar conocimiento, resultados y efectividad de un proceso de investigación.

Amalia Lejavitzer (2012) señala que, en su *Arte de amar* (2, 128), Ovidio, refiriéndose al paradigma del ingenio y la elocuencia, citaba la frase: «A menudo solía referir de otro modo lo mismo». Comunicar la ciencia «de otro modo», siguiendo las palabras de Ovidio, es probablemente la mejor descripción de lo que significa la comunicación científica en redes sociales.

6.2. La progresión de las redes sociales en la comunicación científica

6.2.1. Redes sociales y comunicación de la ciencia ¿para tod@s?

Desde hace años las redes sociales están constituidas en lugares de encuentro, de confesión, de escucha activa, y de difusión pública. Profesionalmente, cualquier experto necesita realizar un ejercicio de *branding* personal para contar con la difusión y aprecio en cualquier red social; no cabe duda que, en determinados rangos de edad, la popularidad se mide en volumen de «me gusta», contactos o amigos que se acumulan en estos espacios.

Existen muchas definiciones del término «red social», aunque todavía tiene valor la que generó el Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) junto con la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) en su *Estudio sobre la privacidad de los datos y la seguridad de la información en las redes sociales online* (2009). Son descritas como «los servicios prestados a través de internet que permiten a los usuarios generar un perfil público, en el que plasmar datos personales e información de uno mismo, disponiendo de herramientas que permiten interactuar con el resto de los usuarios afines o no al perfil publicado».

Las redes sociales, desde el punto de vista personal, muestran la necesidad de ahondar en la evolución de la personalidad del individuo y, en la búsqueda de la confraternización con el resto de la humanidad. Como fenómeno, las redes sociales parten de una ciencia como la sociología, que se encarga del estudio de los principios y fenómenos microsociales, especialmente de los grupos pequeños, instituciones y comunidades. Sin embargo, desde este origen, las relaciones interpersonales, la conciencia de grupo y lo innecesario de los parámetros de espacio y tiempo, convierten las redes sociales en un fenómeno macrosocial y de crecimiento exponencial (Reig, 2012).

Desde que en el año 1995 Randy Conrads crea *classmates.com*, con el objetivo de recuperar el contacto con los compañeros de la escuela, el instituto o la universidad, hasta la irrupción de TikTok, ha pasado un cuarto de siglo en el que las redes sociales se han estabilizado en el entorno social, naciendo, creciendo, desapareciendo, y muchas veces reinventándose, pero con un éxito que suele estar ligado a la sencillez de uso, la agilidad en el proceso de alta del usuario, y en especial la capacidad de localización de información de otros usuarios, así como el margen de posibilidades de ampliar la red de amistades.

Cada red social tiene objetivos concretos y enmarca su acción en campos del desarrollo personal, profesional, lúdico, científico, etc. Sin embargo, que una red social sea eficiente y realmente de interés para un usuario depende en gran medida de su uso conveniente y adecuado a las necesidades de cada uno.

Saber qué red social debe utilizarse y cómo, requiere de dos principios indispensables para el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación: la competencia digital (Gutiérrez y Tyner, 2012) del usuario y su nivel de alfabetización mediática (Pérez-Tornero, 2009). Ambos términos hacen referencia a la capacidad de cada persona que se acerca a una red social, para lograr un uso realmente óptimo de ésta, un aprovechamiento amplio y controlar los efectos de nuestra participación en nuestra vida personal o profesional.

Las redes sociales requieren, por tanto, de una formación y capacitación de los usuarios, para ser empleadas con rigor, apro-

vechamiento y seguridad. Sólo de esta forma su uso redundará de forma positiva en los más diversos aspectos: ámbito personal, vida laboral, actividades de ocio, intereses de futuro, etc. Aunando estas capacidades, los usuarios podrán afrontar la construcción de su perfil digital a través de diversas redes sociales, siendo consciente en todo momento de la diversidad de orientaciones y espacios en los que éstas se desarrollan.

Cuando se decide en qué red social se comunicará la información relativa a un proyecto de investigación, así como la forma de articular ese mensaje, deben tenerse en cuenta diferentes criterios que ayuden a dirigirse a diferentes tipos de público. Uno de los factores que influyen en la elección de una determinada red social es el rango de edad que más la utiliza. El mensaje, por tanto, podrá adecuarse a las distintas redes sociales en función del margen de edad que más demanda su uso, facilitando así la cercanía con los receptores y propiciando una mejor redifusión de la información.

6.2.2. La realidad de los usos de las redes sociales en la comunicación científica institucional

Las iniciativas y decisiones que se toman en torno a comunicar y difundir el conocimiento a través de las redes sociales actualmente son ya muy numerosas, si bien en algunos casos no disponen de la planificación, preparación y sobre todo análisis de resultados posterior que dé a conocer el verdadero impacto del proceso. En el caso de las universidades españolas, las Unidades de Cultura Científica acometen este tipo de comunicación, como responsables de la difusión de los resultados de las investigaciones llevadas a cabo dentro de sus instituciones.



Figura 12. Facebook de la UCCI de la Universidad de Cádiz. Fuente: perfil de Facebook de la UCCI de la Universidad de Cádiz.



Figura 13. Twitter de la UCC+i de la Universitat de Barcelona. Fuente: perfil en Twitter de la UCCI de la UB.



Figura 14. Twitter de la UCCI de la Universidad Rey Juan Carlos. Fuente: perfil de Twitter de la UCCI de la URJC.

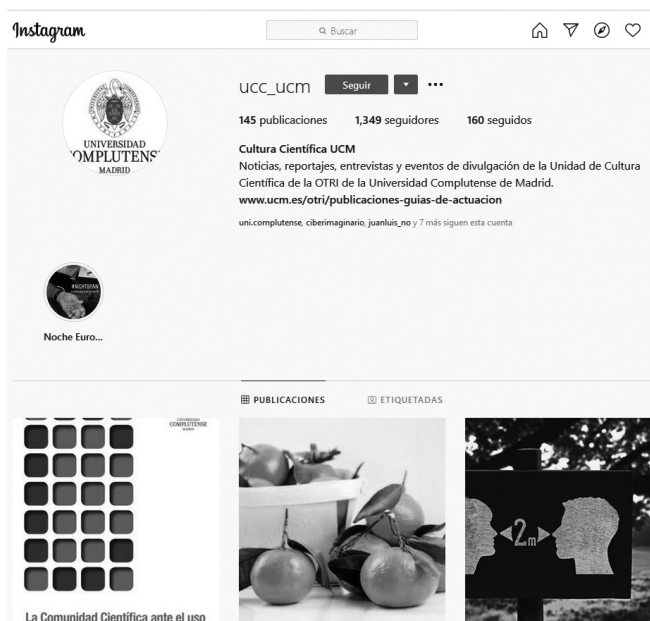


Figura 15. Instagram de la Universidad Complutense. Fuente: perfil de Instagram de la Universidad Complutense.

En noviembre de 2016, el 14% de las Unidades de Cultura Científica de las universidades difundían imágenes a través de Instagram, Flickr o Pinterest. A día de hoy, el número se ha ampliado, y cada vez es más habitual la dinamización de cuentas de Instagram desde estas unidades, y la realización de eventos que pongan en valor su uso, como la exposición realizada por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Murcia, en junio de 2018, bajo el nombre *Expediente Instagram: divulgación científica más allá del postureo*.

Las redes más utilizadas en estas unidades habitualmente son Twitter, Facebook, YouTube, LinkedIn e Instagram (Fernández Bayo *et al.*, 2019), si bien normalmente su nivel de seguidores no es excesivamente elevado y sus publicaciones en ocasiones coinciden con las que se realizan desde las redes sociales generales de cada universidad.

También pueden encontrarse ejemplos de difusión científica entre instituciones españolas no universitarias, especialmente en Instagram, como @CSICdivulga, cuenta del Centro Superior de Investigaciones Científicas, dedicada a la difusión del conocimiento en sus centros, o @fecyt_ciencia, gestionada por la FECyT como institución pública responsable de desarrollar actividades de divulgación que fomenten el interés ciudadano en la ciencia.

Por otra parte, y fuera del ámbito estrictamente institucional universitario, los grupos y redes de investigación realizan también comunicación de los resultados obtenidos en sus diferentes proyectos. Lydia Gil, experta en difusión científica a través de *social media*, señalaba que «las redes sociales llegaron para quedarse. Mejor encontrar fórmulas para convertirlas en aliadas» (Gil, 2015), refiriéndose a la necesidad de convencer a la comunidad científica de la importancia del uso de las redes sociales en los planes de comunicación. De forma más reciente, el Grupo de Investigación Ciberimaginario, publicaba a través de su Observatorio de Comunicación Científica, la serie *Voces para una comunicación científica eficiente* (2019). En la misma, las reflexiones de un nutrido grupo de expertos e investigadores nos conducen a un escenario en el que de forma evidente, se ha transmitido esa necesidad de uso de las redes sociales para comunicar ciencia,

pero no se ha contraído un compromiso con su planificación, su estrategia y su análisis posterior.

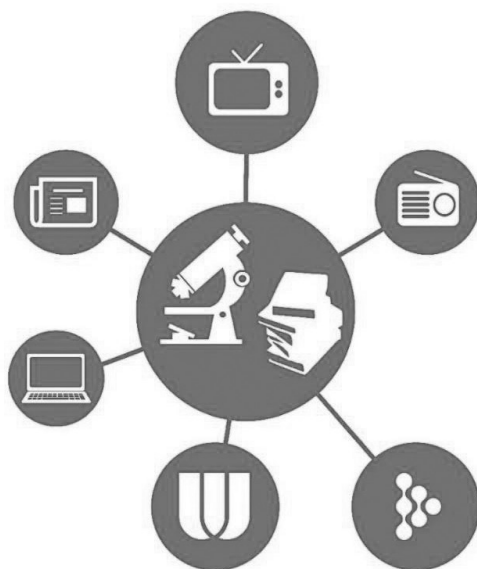
6.3. El valor de la comunicación científica en redes sociales

Una de las asignaturas pendientes de la comunicación científica es precisamente su consideración y valor dentro de la propia comunidad de investigadores. Entender la importancia de la comunicación científica es indispensable para generar dinámicas que incluyan un uso adecuado y pertinente de las redes sociales.

Comunicar la ciencia es parte de las responsabilidades intrínsecas a las instituciones, en especial cuando éstas se financian con fondos públicos, y hacerlo de la forma adecuada es esencial para garantizar que la ciudadanía entiende la finalidad de esa financiación, y lo que supone para el progreso y el avance social. En este sentido resulta particularmente importante reseñar que el nivel actual de apoyo de la población al gasto en ciencia y tecnología en España se asocia más con los niveles de actitud general positiva hacia la ciencia en sí misma que con los niveles existentes de cultura científica (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2018).

6.3.1. El sentido de comunicar ciencia en redes sociales para los investigadores

Probablemente, una forma de conseguir que los equipos de investigación valoren más la importancia de comunicar la ciencia a través de las redes sociales sea el reconocimiento de esta actividad. En línea con esto, en el año 2018 surgió una iniciativa que resulta interesante reseñar, por la dimensión que adquiere como reconocimiento de la actividad de divulgación y comunicación de la ciencia.



GUÍA DE VALORACIÓN DE LA
ACTIVIDAD DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DEL
PERSONAL ACADÉMICO E INVESTIGADOR

Figura 16. Portada de la *Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador*. Fuente: Red Divulga (2018).

El Grupo de Trabajo de Divulgación y Cultura Científica de CRUE – I+D+i (Red Divulga), publicó en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, la *Guía de Valoración de la Actividad de Divulgación Científica del Personal Académico e Investigador* (2018). La intencionalidad de este documento está dirigida a valorar el trabajo divulgativo de la comunidad científica española, de cara al proyecto-piloto de evaluación de la actividad de transferencia del conocimiento e innovación, que ha puesto en marcha el Gobierno de España. Esta guía propone hasta 17 tipos de actividades que incluye, precisamente en su punto 10, la difusión en redes sociales, considerando todas aquellas plataformas que permiten crear, compartir y consumir con-

tenidos creados por los usuarios. Esta guía valora como indicios de calidad de cada red social su alojamiento en webs de medios institucionales, número de seguidores, recomendaciones y comentarios, producción de contenidos y actividades específicas en redes.

Promocionar el uso de las redes sociales entre los investigadores como valor añadido a los procesos de acreditación o reconocimiento puede inducir una mejora de la previsión de las fórmulas de comunicación. Captar ese interés, y mejorar la comprensión y el entendimiento de los *social media* como elemento vehicular de la comunicación científica, permitiría afianzar el establecimiento de públicos objetivos, delimitar alcances y fijar variables medibles que *a posteriori* permitiesen conocer la verdadera repercusión de la comunicación de la ciencia.

6.3.2. El éxito de la comunicación de la ciencia en redes sociales: divulgadores e *influencers*

Las redes sociales son la vía fundamental que utilizan diversidad de divulgadores y expertos para difundir información científica. Con diferentes fórmulas, son numerosas las figuras de *influencers* científicos que se dedican tanto a la divulgación científica, como a combatir la desinformación y las *fake news* con la ayuda de la ciencia. Se trata de una figura nueva, pero con un importante impacto en determinados círculos sociales. En muchos casos, algunos perfiles en redes sociales han dado el salto al medio televisivo y participan de manera activa en programas y *magazines* para el público general.

Estos perfiles son muy numerosos, y destacan por su actividad intensa, y por enfrentarse además a la verificación de informaciones falsas relacionadas con la ciencia o su conocimiento.

Se les puede encontrar en diversas redes sociales, pero por sus características destacan especialmente los perfiles de Instagram, siendo fácil encontrar ejemplos como los de la química Deborah García, en su cuenta @deborahciencia con más de 38.000 seguidores; el matemático @santigarciacc, con cerca de 27.000

seguidores; y el fenómeno de la farmacéutica @boticariagarcia con una ingente labor en todo lo referente a la epidemia de la COVID-19 y 274.000 seguidores. Instagram permite un uso amplio de posibilidades, gracias a su versatilidad, que alterna la publicación de imágenes con el fenómeno de las *stories* y los directos, consiguiendo atraer seguidores para una información que siendo experta resulta amena y accesible. Según el Estudio de Redes Sociales (IABSpain, 2020), Instagram es la segunda red social en conocimiento espontáneo por parte de los usuarios (76%). Los usos y tendencias de los usuarios centran la actividad más en Instagram a medida que sus edades se acercan a la generación Z (Seemiller y Grace, 2017) siendo, en términos globales, la cuarta más utilizada por la población española y la que más crece en relación a estudios anteriores.

YouTube es también otro espacio en el que la comunicación científica cuenta con diversidad de canales que, además, ofrecen un alto índice de seguidores. En 2016, Derivando, AsapSCIENCE, Date un Voltio, Vsauce, MinuEarth o MinutoDeFísica, aparecían en el blog de la Asociación Española de Comunicación Científica (2016) como referentes de la divulgación científica.

En Twitter también existen cuentas destacables, que suelen estar asociadas a un blog o sitio web. Entre ellas resaltan: @BigVan Ciencia, que presenta temas científicos en tono de humor y está formada por un grupo de científicos de diversas áreas; @xataka ciencia, la división de ciencia de Xataka, muy centrada en el cambio climático y la ecología; @aberron, conducida por el periodista y divulgador científico, Antonio Martínez Ron; y @mujerconciencia, dedicada a las mujeres científicas y que está vinculada a la Cátedra de Cultura Científica de la Universidad del País Vasco.

Facebook, con su destacada posición en uso y conocimiento por parte de los internautas, mantiene cuentas activas, especialmente vinculadas a instituciones que apuestan por la creación de contenidos audiovisuales para atraer especialmente a públicos más jóvenes.

Considerando el uso global de medios sociales es muy destacable la labor de Ciencia de Sofá, que se posiciona de manera destacada tanto a través de su blog, como de cuentas en diferen-

tes redes sociales, sumando más de medio millón de seguidores entre todas (Twitter: 11.000, Instagram: 19.700, Facebook: 214.000, YouTube: 257.000).

La progresión de la comunicación científica en redes sociales, vinculada a divulgadores y a *influencers* parece innegable, y se contrapone a la comunicación en redes sociales académicas (Researchgate, Academia.edu,...) que está más cerrada a la comunidad científica y a un entorno con intereses específicos.

Cada nueva red social aporta nuevos formatos y soluciones y, con ello, ofrece nuevas maneras de aproximarse a la sociedad con las temáticas científicas. Son destacables el canal «Investiga, que algo queda», en Telegram, que ofrece información y recomendaciones relacionadas con la investigación, o un ejemplo del uso de TikTok, como la cuenta de Saúl Cortés, profesor de la UNAM en México y promotor del Canal de YouTube «Inconciencia», con una gran popularidad entre los sectores más jóvenes de la población y que ya acumula más de 64.000 seguidores.

6.4. Definir y planificar la acción comunicativa

Cada red social tiene características y pautas de uso muy definidas, y la acción comunicativa dentro de un proyecto de investigación debe adaptarse a éstas.

En primer lugar es necesario realizar una planificación previa, ligada a las necesidades del objeto de la comunicación a realizar y a fijar los objetivos que se persiguen. Los pasos serían los siguientes:

1. Definir el público objetivo del proceso comunicativo.
2. Establecer los objetivos a conseguir durante el proceso de comunicación.
3. Análisis de *benchmarking*, o búsqueda y comparativa de acciones de comunicación semejantes, que puedan servir como plataforma de ideas.
4. Definir los KPI (*Key Performance Indicators* o indicadores clave de rendimiento), que permitan medir *a posteriori*

tanto impacto como efectividad. Debe tratarse de métricas específicas, medibles, alcanzables, orientadas a resultados y con una fecha límite de tiempo.

5. Decidir, en función de sus características y segmentos de usuarios, qué redes sociales son las más adecuadas.
6. Establecer un calendario del proceso de difusión y comunicación científica, fijando hitos.
7. Programar las acciones con un gestor de redes sociales (Hoot-Suite, Postcron...), que permita monitorizar la actividad.
8. Recoger los datos de actividad de cada red social para proceder a su análisis a través de los KPI fijados inicialmente.

Además, existen unas normas de estilo, tipo de contenido y tono, que es importante tener presentes para ajustarse lo más posible a la etiqueta.

En cuanto al estilo, se recomienda:

- Minimizar el número de abreviaturas, excepto los acrónimos reconocidos de forma general.
- Limitar el uso de tecnicismos que sólo conocen los expertos.
- Utilizar ayudas visuales o elementos gráficos que ayuden a comprender la información.
- Realizar *posts* cortos, claros y de fácil comprensión.
- Reducir al mínimo los errores tipográficos y gramaticales.
- Realizar publicaciones que transmitan emociones, pero en el límite justo de asegurar la credibilidad del contenido.
- Publicar contenidos en otras lenguas.

Sobre el contenido:

- Valorar el interés de una publicación antes de darle difusión.
- Variar el contenido de forma regular, incluyendo imágenes, vídeos, *gifs*, infografías, enlaces, encuestas...
- Crear noticias de última hora.
- Utilizar siempre *hashtags*.
- Etiquetar a otras cuentas que sean referentes en nuestro ámbito.

Sobre el tono:

- Utilizar un lenguaje apropiado y que no resulte ofensivo.
- Mostrar respeto y receptividad a los comentarios a los contenidos.

6.5. Cómo actuar en cada red social a la hora de comunicar ciencia

¿Cuáles son las principales pautas de uso de cada red social? La adaptación de la *Programme Guidance Social Media Guide for EU Funded R&I projects* (2020) realiza un recorrido por las redes sociales más utilizadas por los proyectos financiados por la UE.

A continuación se ofrecen unas pautas de uso de las redes sociales más utilizadas, derivadas de la publicación citada en el párrafo anterior, y complementadas con otras recomendaciones específicas.

6.5.1. Recomendaciones para la comunicación científica a través de Twitter

Twitter es una plataforma que puede utilizarse para realizar comentarios breves, para mostrar información dirigida a público masivo, o para «retuitear» contenido relevante. También es recomendable utilizar los denominados grupos de Twitter, con el fin de agrupar determinado número de proyectos sobre un tema común. Al publicar cada tuit debe generarse un *hashtag* que represente al proyecto y que sirva después para la recuperación de la información por parte del público interesado. El *hashtag* debe ser omnipresente en todo el proceso comunicativo.

Es recomendable realizar una revisión de otras cuentas vinculadas a la institución de referencia con una presencia sólida establecida ya en la red social, para que éstas participen en la comunicación de la información. De esa manera se abrirá la posibilidad de llegar a audiencias más consolidadas.

Es conveniente incluir *emojis* en los tuits, al igual que acompañarlos de imágenes o vídeos, que suelen ser un factor de aumento de interés muy considerable.

6.5.2. Recomendaciones para la comunicación científica a través de Facebook

Facebook permite un estilo informal y accesible a todo tipo de públicos. Lo más recomendable es crear una página —en lugar de una cuenta individual—, en la que podrá publicarse diversidad de contenido, incluyendo invitaciones a eventos, o materiales multimedia o presentaciones, con el objetivo de conseguir «fans» o «me gusta».

Es posible generar varios perfiles, ya sea como administrador, editor o revisor. Existe, por otro lado, la posibilidad de crear un grupo, en el que un administrador único puede publicar y supervisar el contenido, y autorizar que cualquier persona, con previa aprobación, comparta contenido con el resto.

Facebook tiene un alto nivel de aceptación y uso entre los grupos de edad que superan los cuarenta años. No tiene límite de caracteres y se recomienda publicar contenido variado —imágenes, vídeos, textos o combinaciones de éstos— y etiquetar a otros perfiles o páginas para aumentar la posible audiencia.

6.5.3. Recomendaciones para la comunicación científica a través de LinkedIn

Se trata de una red especializada para profesionales que permite la creación de grupos, y compartir contenido y conectar con otros grupos ya establecidos. Posee un carácter menos lúdico que Facebook, con un público muy dirigido o a la búsqueda y mejora de empleo o a la difusión de la actividad profesional.

Al igual que Facebook permite caracteres ilimitados y ofrece la posibilidad de publicar imágenes, vídeos y también de etiquetar a otros usuarios, páginas de empresa o grupos.

Destaca especialmente por su formalismo. Sin llegar a ser una red académica, es un espacio donde resulta fácil contactar con investigadores o grupos científicos interesados en el conocimiento que se está difundiendo.

6.5.4. Recomendaciones para la comunicación científica a través de Instagram

Instagram puede emplearse como un espacio-archivo de las imágenes que estén relacionadas con el proyecto. Permite publicar varias imágenes a la vez, así como archivos de vídeo. Es recomendable utilizar el *hashtag* diseñado para el proyecto y que ya se esté utilizando en Twitter, de forma que sus imágenes puedan agruparse bajo éste. Dispone de la opción *stories*, que facilita la publicación de contenidos de tipo breve, que desaparecen 24 horas después de su publicación. El uso de esta funcionalidad puede ampliar el tiempo de permanencia de los usuarios en la *app* durante un considerable tiempo al mes.

Es importante conocer que no permite la publicación de *links* dentro del texto, y que la única opción para ello es actualizar el enlace que aparece en el perfil. Ofrece algunas particularidades, como la posibilidad de realizar directos que permiten la transmisión de información de forma sencilla, incluyendo la posibilidad de realizar entrevistas. Por otro lado, es posible realizar encuestas desde las *stories*, que suele ser una actividad de uso habitual entre las franjas de menor edad, especialmente entre los miembros de la generación Z (Seemiller y Grace, 2017).

6.5.5. Recomendaciones para la comunicación científica a través de YouTube

Según la primera ola de la Audiencia de Internet del Estudio General de Medios (Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación, 2021) YouTube registró 28.874.000 visitan-

tes únicos en el último mes, por encima de los 21.704.000 de Facebook. Es innegable que como audiencia está lejos de tener rival.

Su uso puede orientarse a dos tipos de vídeo. Por un lado, el vídeo corto y divulgativo —dirigido a audiencias generales—, y el vídeo científico —enfocado hacia la diseminación de los resultados y centrado en una audiencia especializada—.

6.6. Conclusiones

La eficacia de la comunicación científica en las redes sociales depende, sin ninguna duda, de un cambio en la percepción del propio hecho comunicativo desde los equipos de investigadores y desde las instituciones responsables de la ciencia en general. La comunicación eficaz de la ciencia encuentra en las redes sociales una vía única e indispensable para aproximarse a la sociedad, ofreciendo los canales bidireccionales y dialógicos que demanda una investigación e innovación responsables (RRI), que tiene como objetivo reducir la brecha entre la comunidad científica y la sociedad (European Commission, 2020), incentivando la participación de diferentes grupos de interés en los procesos de investigación e innovación. Impactar en la ciudadanía es un hecho fundamental para construir confianza en el conocimiento científico y en su aplicabilidad a la vida diaria.

Cada red social dispone de un público objetivo diferente y, por tanto, su adaptabilidad es amplia y ofrece muchas posibilidades a la hora de transmitir el mensaje. La evidencia de su utilidad es clara y los *influencers* científicos son la demostración palpable del interés que la ciencia puede despertar en un público más amplio. Ahora bien, como hemos visto, es necesario un cambio de visión y la adopción de costumbres nuevas a la hora de planificar los proyectos de investigación dando cabida a las redes sociales desde el primer momento, con el fin de crear públicos y audiencias definidos e interesados en la información que se ofrece. Ese interés derivará en confianza y, por

tanto, en afinidad hacia quienes emplean una parte de los fondos públicos en investigar y aportar descubrimientos que puedan implementarse y mejorar la sociedad y la vida diaria de los ciudadanos.

Las redes sociales proponen una forma diferente de transmitir el conocimiento científico pero, sobre todo, permiten acercarlo a toda la sociedad, en formatos diferentes, continuos, discontinuos, audiovisuales, gráficos o sonoros. Son capaces de captar la atención de un adolescente en TikTok durante 10 segundos, de crear una conversación a través de un hilo en Twitter para cientos de personas, y de atraer el interés de una persona de más de 80 años en un vídeo de YouTube enviado desde WhatsApp.

El potencial de las redes sociales para la comunicación científica es un intangible, y de su planificación como herramientas y de la medición de sus resultados puede depender la efectividad de la transferencia de conocimiento a la sociedad. Conocer los públicos, elegir la red social adecuada, generar el mensaje correcto, construir el contenido y seguir sus efectos dotan además de información muy valiosa para futuros proyectos, investigaciones y acciones de comunicación.

6.7. Referencias

- Asociación para la Investigación de Medios de comunicación (2021). *Audiencia de Internet-Estudio General de Medios*. Disponible en: <http://internet.aimc.es/>
- European Commission. Directorate-General for Research & Innovation (2020). *H2020-Guidance Social Media guide for EU funded R&I projects*. Disponible en: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/grants_manual/amga/soc-med-guide_en.pdf
- European Commission (2020). *Work Programme 2018-2020 16. Science with and for Society*. Disponible en: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-swfs_en.pdf

- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2018). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España* | ICONO. Disponible en: <https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Fernández Bayo, I.; Menéndez, Ó.; Divulga, J. F.; Milán, M. y Mecha, R. (2019). *La Comunidad Científica ante las Redes Sociales. Guía de Actuación para Divulgar Ciencia a través de ellas*. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1334-2019-03-27-Guía-de-actuación-def2019WEB.pdf>
- Gil, L. (2015). *Redes sociales en los grupos de investigación del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC* | LO SOCIAL. Blog. Disponible en: <http://lohumanolosocial.csic.es/articulo/redes-sociales-grupos-investigacion-centro-ciencias-humanas-sociales-csic-infografia>
- Grupo de Investigación Ciberimaginario. (2019). *Voces para una comunicación científica eficiente*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/observatorio/>
- Gutiérrez, A. y Tyner, K. (2012). «Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital», en *Comunicar: Revista científica de Comunicación y Educación*, XIX, 38. Disponible en: <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-00>
- IABSpain (2020). *Estudio Anual de Redes Sociales*.
- Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación & Agencia Española de Protección de Datos (2009). *Estudio sobre la privacidad de los datos personales y la seguridad de la información en las redes sociales online*.
- Lejavitz, A. (2012). «Comunicar la ciencia en la antigua Roma: nuevas formas de decir lo dicho», en *Dixit*, 16, págs. 34-39. Disponible en: <https://revistas.ucu.edu.uy/index.php/revistadixit/article/view/344/319>
- Marín Arraiza, P. (2016). «Cinco canales de YouTube de divulgación científica», en *Blog de AECC —Asociación Española de Comunicación Científica*. Disponible en: <http://www.aecomunicacioncientifica.org/cinco-canales-de-youtube-de-divulgacion-cientifica/>
- Pérez-Tornero, J. M. (2009). «El nuevo horizonte europeo de la alfabetización mediática», en *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, 79, págs. 6-7.

- Red Divulga (2018). *Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador*. Grupo de Trabajo de Divulgación y Cultura Científica de Crue—I+D+i (Red Divulga), en colaboración con FECyT. crue.org/Documentos compartidos/Sectoriales/I+D+i/Guia Valoración Divulgación Nov VDEF.pdf
- Reig, D. (2012). *Socionomía ¿Vas a perderte la revolución social?* Deusto.
- Seemiller, C. y Grace, M. (2017). «Generation Z: Educating and Engaging the Next Generation of Students», en *About Campus*, 22(3), págs. 21-26. Disponible en: <https://doi.org/doi.org/10.1002/abc.21293>

7

Comunicar la ciencia con infografías y animaciones

*Alejandro Carbonell-Alcocer¹ y Claudia
Martín-Carnerero Lara²*

Ideas clave

Para el desarrollo de infografías, imágenes y animaciones para tus proyectos debes:

- Incluir formatos innovadores en las acciones de comunicación de los proyectos de investigación.
- Aprovechar el valor añadido que la imagen dota al contenido de los proyectos o trabajos de investigación debido a su afinidad con las plataformas digitales.
- Utilizar las herramientas y plataformas *online* debido a su sencillez y facilidad en el proceso de creación.
- Dotar de visibilidad al proyecto en redes sociales y generar recuerdo.
- Prevaler la versatilidad del formato para transferir el conocimiento científico de forma atractiva y eficiente.

-
1. Investigador predoctoral. Contrato Predoctoral de Personal en Formación en Departamentos de la Universidad Rey Juan Carlos.
 2. Investigadora predoctoral, Universidad Rey Juan Carlos.

7.1. Introducción

La divulgación científica debe formar parte de toda investigación. Los resultados de una investigación deben compartirse tanto con la comunidad científica como con la sociedad. La transmisión efectiva de conocimiento ayuda a que se produzcan las innovaciones necesarias para que la sociedad pueda avanzar y construir un futuro basado en el conocimiento científico. Gracias a las tecnologías de la información y comunicación, los investigadores tienen a su disposición una batería de recursos y posibilidades para crear contenido relacionado con sus investigaciones en formatos innovadores. La radio, la televisión e internet son canales que posibilitan el desarrollo de formatos innovadores de divulgación como el videoartículo (Vázquez-Cano, 2013), o el videoartículo interactivo (Romero-Luis *et al.*, 2020). El uso de estos formatos maximiza el alcance de difusión de los contenidos, consiguiendo atraer a un mayor número de públicos gracias a su carácter dinámico y visual.

Sin embargo, a pesar del potencial que tienen los medios y canales digitales para difundir el conocimiento científico, el uso de estos formatos no se encuentra estandarizado entre la comunidad científica. El canal comunicativo preferido por los investigadores para difundir los resultados de sus investigaciones es la publicación de artículos científicos en revistas indexadas (Castillo-Esparcia, 2011).

Las imágenes son un formato que ha acompañado al ser humano a lo largo de la historia. Es un recurso con la capacidad de atraer y atrapar al receptor gracias a los elementos visuales que la componen (formas, colores, gráficos, ilustraciones...). Además, en comparación con el texto, consiguen aumentar notablemente la capacidad de retención de información logrando una mayor comprensión del contenido. A pesar de ser un formato original, es necesario conocer las pautas para elaborar estos recursos y adecuar los elementos visuales a la información a representar.

El capítulo expone las razones para emplear estos formatos como medios para diseminar el conocimiento científico de manera original, ahondando en las ventajas de estos productos co-

municativos para la divulgación científica con los siguientes objetivos:

- Señalar la importancia de utilizar medios visuales para comunicar y educar sobre ciencia.
- Conocer y examinar la importancia de las imágenes, infografías y animaciones para la divulgación científica.
- Describir las pautas, consideraciones y el procedimiento de elaboración de imágenes, infografías y animaciones.
- Proporcionar herramientas para elaborar estos recursos.
- Ejemplificar con casos reales el valor de estos productos para comunicar ciencia.

A lo largo del capítulo se analiza la importancia de las imágenes, las infografías y las animaciones para compartir los resultados de las investigaciones. En primer lugar, se justifica, desde una perspectiva teórica, la necesidad de recurrir a formatos innovadores para difundir el conocimiento científico. Seguidamente se analiza el potencial de las infografías, imágenes y animaciones o *motion graphics* profundizando en su definición y sus características, ofreciendo al lector casos de uso y aplicaciones prácticas para su desarrollo.

7.2. Nuevas formas de comunicar ciencia

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han producido una auténtica transformación en el ecosistema digital. En consecuencia, se ha generado un contexto idóneo en el que proliferan herramientas y tecnologías multimedia que permiten universalizar y democratizar la elaboración de productos digitales (Vilaplana Camús, 2019). Este contexto beneficia directamente a las formas de transmisión y disseminación de conocimiento científico debido a la facilidad de publicación, difusión y actualización de los contenidos. Por consiguiente, surge un nuevo paradigma que afecta directamente a la forma de comunicar ciencia (Vidal Ledo y Zayas Mujica, 2018), en el que se generan

nuevos espacios y canales comunicativos en los que, además de aumentar la visibilidad de las publicaciones (Urizar y Román, 2017), el usuario puede interactuar e intercambiar experiencias entre los pares de su comunidad. En concreto, las redes sociales generalistas (Twitter, Facebook, Instagram, LinkedIn), las redes sociales científicas y académicas (Research Gate, Publons, Mendeley, Academia), los buscadores especializados (Google Scholar, Dialnet, ERIC, SciELO) y las bases de datos (Web of Science, Scopus), contribuyen a generar interacción y aumentan notablemente las posibilidades de difusión del trabajo científico.

En este nuevo entorno, donde los medios digitales desempeñan una labor imprescindible, abundan múltiples métodos, herramientas y formatos para representar la información. Las infografías y las imágenes son productos que predominan en el ecosistema digital, concretamente en las redes sociales. A pesar de su alto grado de utilización en internet debido a su capacidad para comunicar y transmitir información (Marín Ochoa, 2010), estos formatos no son nuevos. En los últimos años su aplicación en el ámbito nacional por parte de los medios de comunicación comienza a ser habitual, al considerarse productos eficientes para facilitar la comprensión de acontecimientos, datos, sucesos, informaciones, etc. (Herrero-Solana y Rodríguez-Domínguez, 2015; Valero Sancho *et al.*, 2014).

El ser humano es un ser visual por naturaleza. Las formas, las texturas y los colores abundan en el ámbito digital y en el día a día. Gracias a las características de la visión humana, el hombre es capaz de percibir imágenes estáticas y en movimiento. Las imágenes transmiten información y son capaces de producir sensaciones en función de cómo se interpreten. En las redes sociales, los vídeos y las imágenes ocupan un papel predominante. Su poder de captación de la atención del receptor es tan efectivo que, en Twitter, Facebook e Instagram, su uso no es inusual. Por ejemplo, en el ámbito político, concretamente en las campañas electorales, las imágenes juegan un papel central para captar el interés e incidir en la intención de voto (Quevedo Redondo *et al.*, 2016; Ruiz del Olmo y Bustos Díaz, 2016).

El uso de estas herramientas se encuentra asociado al avance de las nuevas tecnologías, si bien en ámbitos como el educativo (Manghi y Haas, 2015) su utilización para el aprendizaje no es reciente. Los recursos visuales como los dibujos, los esquemas, los cuadros sinópticos, los mapas... son habituales en los materiales escolares para enseñar de forma sintética un determinado contenido e incluso para narrar historias (García Morales, 2012; Ortiz Salinas, 2018). Además, combinando el diseño de estos materiales con el potencial de las nuevas tecnologías es posible incorporar al material gráfico animaciones, transiciones, sonidos e interactividad. Como resultado, gracias al poder de la imagen, se obtiene un producto digital con gran valor didáctico para el proceso de enseñanza y aprendizaje que, además de sintetizar un contenido, puede ayudar a captar la atención y aumentar tanto la motivación como el interés de los estudiantes (Minervini, 2005; Muñoz García, 2014).

Con lo anteriormente mencionado, es indudable que las infografías, las imágenes y las animaciones son formatos con gran potencial divulgativo en los diferentes procesos comunicativos debido a su capacidad para representar datos, ilustrar procesos y recoger información de forma sintética y analítica. Además, estos productos ocupan un alto grado de presencia en la sociedad actual y son un recurso altamente eficaz para el aprendizaje.

La ciencia tiene entre sus objetivos la diseminación de los resultados de investigación para la transferencia de conocimiento y tecnología (Vázquez González, 2017). Para completar el progreso científico, los investigadores son los responsables de que, desde una perspectiva innovadora, se disemine el conocimiento entre comunidades tanto científicas como sociales (Echevarría Ezponda, 2008). Como resultado, se pueden generar innovaciones que contribuyan al progreso y avance social a partir de la vinculación efectiva entre los agentes científicos y sociales (Castro-Martínez *et al.*, 2016).

A pesar de su capacidad comunicativa y su eficacia para alcanzar a más públicos a través de los canales digitales, el uso de estos formatos innovadores se encuentra ligeramente distanciado con el ámbito académico-científico. A lo largo de la historia se

ha utilizado como instrumento, especialmente en áreas relacionadas con la medicina, para ahondar y explicar conceptos complejos aumentando las posibilidades de diseminación de las investigaciones (Català, 2018).

Por consiguiente, son formatos que ayudan a educar y comprender de manera sintética un estudio científico y, en consecuencia, alcanzar a más agentes sociales gracias a su capacidad adaptativa. Además de contribuir con la difusión del conocimiento científico, su uso supone contribuir con un proceso de diseminación innovador (Ross-Hellauer *et al.*, 2020), que fomenta la creación de nuevos espacios comunicativos abiertos entre los investigadores y los ciudadanos (Cairo, 2008).

Para garantizar la efectividad en el proceso de creación del producto debe existir una relación bidireccional (Fischhoff, 2019) entre los científicos expertos en la materia y los profesionales en el ámbito de la comunicación. Al tratarse de un proceso complejo, el orden y la colaboración (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017) son esenciales para crear un producto eficaz que posea tanto el nivel de información adecuado al rigor científico de la disciplina, como un recurso competente a nivel comunicativo. Además, si en combinación con lo anterior, se plantea una correcta estrategia de difusión en canales *social media*, el alcance de los productos aumentará significativamente, logrando alcanzar a un mayor público.

7.3. El lenguaje visual

Antes de analizar en profundidad las características de estos productos es necesario señalar algunas consideraciones a tener en cuenta del lenguaje visual. Como se ha indicado en la introducción de este capítulo, el poder de captación de las imágenes frente al texto es arrasador. Catalá (2018) señala que a través de la comunicación visual se puede llegar a comprender hasta el 85% de la información frente a la comunicación escrita.

Estos productos se articulan como representaciones multimodales (Kress y Van Leeuwen, 2001: 20) que constituyen modos

visuales significativos de representación de la información. A su vez, buscan conseguir la máxima eficacia comunicativa, empleando información visual para la representación gráfica del contenido. Algunos autores entienden estos productos como un lenguaje ya que, gracias al uso de las formas visuales y sonoras, conforman una representación propia de la realidad originando una forma propia de expresión (Marín Ochoa, 2010).

La construcción de estos productos ha ido evolucionando en función del desarrollo digital. En sus orígenes, se constituían como un binomio, difundido principalmente en el medio escrito, entre la imagen y el texto (de Pablos Coello, 1998). Actualmente, su composición y difusión se produce en el entorno digital apoyándose en los recursos audiovisuales, lo que permite construir productos que combinen imagen estática o en movimiento, junto a animaciones, transiciones, sonidos, y diversos efectos especiales logrando aumentar así un resultado cautivador e informativo muy característico.

Además, existen multitud de soportes y plataformas que permiten crear estos productos simplificando el proceso productivo. Sin embargo, para su correcto desarrollo se requiere un doble proceso que implica atender tanto al diseño como a su interpretación (Palmucci, 2017).

El diseño es de vital importancia, ya que es el responsable de llamar y provocar la atención del receptor. Además, se le debe prestar especial atención porque es el encargado de dar consistencia, solidez y uniformidad al producto. Para conseguir establecer una perfecta armonía se deben tener en cuenta los siguientes elementos que afectan directamente a su composición:

- El color. El tratamiento del color es esencial en los diseños, ya que representa múltiples sentimientos y emociones que, por lo general, suelen ser universales para la mayoría. Por ejemplo, podemos decir que el azul transmite tranquilidad y armonía, el rojo pasión, el amarillo alegría y energía, etc. En definitiva, es primordial tener presente la psicología del color para transmitir correctamente el mensaje.

- El tamaño. El tamaño da jerarquía a nuestra composición. Una de sus misiones más importantes es la de definir la importancia de cada elemento. Con el tamaño podemos generar contraste, equilibrio y organizar el espacio.
- Las formas. La forma es el conjunto de líneas (abiertas o cerradas) que conforman y dan sentido a un determinado elemento. Dependiendo de la estética que se le quiera dar al diseño será más conveniente elegir unas determinadas formas frente a otras.
- Las imágenes. Para manejar correctamente las imágenes se debe distinguir entre dos formatos: el píxel y el vector. Los píxeles son pequeños cuadrados que conforman una fotografía y los vectores son puntos de ancla mediante los cuales se forman puntos, líneas, curvas y polígonos y suelen utilizarse para el diseño de logotipos y tipografías. La diferencia más evidente entre ambos formatos es que el vector puede ser ampliado todo lo que se necesite sin que pierda calidad, mientras que el píxel si se amplía demasiado puede llegar a perder calidad.
- Elementos sonoros. Se pueden distinguir varios tipos, los cuales pueden combinarse de múltiples maneras o utilizarse de manera individual:
 - Sonido ambiente: aquél que se extrae directamente de la grabación.
 - Efectos especiales y de sala: aquéllos que se incorporan en posproducción (disparos, explosiones, fenómenos meteorológicos, etc.)
 - La voz: mediante un locutor o un actor de doblaje que narre la historia.
 - La música: incorporación de un hilo musical de fondo que acompañe a la edición y le dé ritmo.
- Transiciones. Se trata de un recurso audiovisual que sirve para pasar de un elemento a otro sin que el espectador lo perciba. Pueden realizarse transiciones entre planos o entre sonidos. Entre ellos podemos destacar los encadenados, fundidos a negro o blanco, cortes, etc. Haciendo un buen uso de ellas el espectador se dejará llevar por la narración

de la historia; de lo contrario, se podría llegar a conseguir el efecto opuesto, generando distracción y desinterés.

Si se cuidan y se seleccionan con cautela estos elementos, el producto final estará dotado de consonancia e integridad, diferenciándose de otros y aumentando su capacidad persuasiva.

Tras el proceso inmediato de aprehensión (Colle, 2004), es necesario realizar una correcta interpretación y comprensión del contenido de los productos. Para ello, es de gran importancia ser lo más riguroso posible con la información que se incluye para así evitar interpretaciones erróneas. Además, debe existir una relación lógica de semejanza entre los elementos visuales y el contenido a transmitir. Todo este proceso requiere una gran precisión y esfuerzo por parte de los investigadores y diseñadores, ya que el objetivo final es que el producto sea capaz de transmitir el mismo contenido de manera tanto visual como textual.

Por último, a pesar del potencial didáctico y educativo de estos productos, su proceso de lectura requiere reflexión y contextualización. Los receptores deben aprender a mirar las imágenes, ya sean estáticas o en movimiento, para así ir más allá del mero entretenimiento (Yamila Rigo, 2014).

En los dos apartados siguientes se detalla en profundidad las características, los usos y las aplicaciones de las infografías e imágenes y las animaciones o *Motion Graphics*.

7.4. Infografías e imágenes

Como se ha explicado anteriormente, existen estudios que demuestran que, gracias al uso de imágenes, el cerebro puede asimilar mayor cantidad de información que si por el contrario, se presentara de forma escrita. Ante el aluvión de contenidos informativos que saturan el día a día, es una oportunidad aprovechar la capacidad visual del ser humano para poder procesar y entender contenido de todo tipo. Con ello, cabe preguntarse cómo se podría aprovechar este potencial para llegar a ser más eficientes en la divulgación de proyectos y resultados científicos.

Las infografías e imágenes son formatos visuales en auge en el medio digital. Son consideradas como medios para representar, reproducir y recopilar información y datos con la finalidad de hacerlos reproducibles y asequibles para el receptor.

En un mundo donde se acumulan grandes toneladas de información, las infografías y las imágenes se vuelven una opción viable a la hora de comunicar un contenido de forma sintética y visual. Además, en el ámbito científico, el contenido es de carácter especializado, por lo que estos recursos son especialmente eficaces para transmitir información compleja de una forma atractiva y visual (Carbonell-Alcocer, 2020).

Como se ha señalado anteriormente, el contenido de las infografías debe facilitar la comprensión del contenido técnico y especializado de una investigación. La información, tanto textual como numérica, puede encontrarse ya elaborada. Con ello, la misión de estos productos consiste en transformarla a un medio estático compuesto por representaciones visuales (imágenes, formas, ilustraciones, esquemas, etc.).

A continuación, en la figura 17 se muestra un ejemplo de un contenido textual adaptado en su correspondiente infografía. Se corresponde con información del Proyecto BIOTRES-CM, un proyecto científico sobre bioeconomía circular en el entorno urbano.

Tal y como se puede observar, la infografía es una herramienta que puede ayudar a ejemplificar el contenido textual de forma visual haciéndolo atractivo y asequible para el receptor. En palabras de Daniel Bas, arquitecto y cofundador del MIAU (Máster en Infografía Avanzada de la Universidad Politécnica de Madrid) defiende que: «solemos asociar la infografía tradicionalmente al diseño gráfico, tablas... y no tiene que ser así, tiene que ver con hacer operativa esa información que está disponible» (2018, 9m 21s). Por tanto, el objetivo de crear una infografía es combinar imágenes, texto y diseño con el fin de contar una historia.

Como resultado se obtiene un producto eficaz que, mediante el uso de las herramientas digitales tanto para su creación como difusión, resume y facilita el contenido científico a la comunidad científica, a las empresas y a la sociedad (Valero Sancho, 2010).

BIORREFINERÍAS DE RESIDUOS URBANOS EN EL MARCO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR: RETOS SOCIALES Y TECNOLÓGICOS

Actualmente los **biorendidos** generados en la Unión Europea (fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU); aguas residuales urbanas (ARU); y lodos de depuradora) se tratan mediante tecnologías destructivas y con alta demanda de energía (incineración para residuos sólidos, tratamientos biológicos de fangos activos para las aguas residuales y tecnologías de estabilización biológica para fangos de depuradora), minimizando su impacto visual a través de medidas de evacuación (vertederos) o su transformación a productos de bajo valor añadido (biogás o compost). En este contexto, es necesario desarrollar e implementar **tecnologías innovadoras** que sean capaces de aprovechar este tipo de residuos como materia prima para la obtención de productos de mayor valor añadido y por tanto generando importantes beneficios económicos, sociales y medioambientales. El éxito de la implementación de estas tecnologías necesitará la implicación activa de agentes públicos (ciudadanos, ayuntamientos y gobiernos) y privados (empresas de gestión de recursos hídricos y de tratamiento de residuos).

El programa científico **BIOCOM** integra tecnologías convencionales y un sistema pionero de valorización de biorendidos basado en el concepto de **foto-biorrefinerías** con el empleo de bacterias fototróficas púrpura (PPB; microorganismos altamente versátiles) para la transformación de biorendidos en bioproductos (bioplásticos y fertilizantes orgánicos). Además de los desafíos tecnológicos, es necesario un cambio en el comportamiento de los ciudadanos y de las autoridades locales por lo que **BIOCOM** pondrá en marcha nuevas **iniciativas de innovación social**. Por último, se mostrará una atención particular a los aspectos relacionados con el **análisis económico y ambiental** de la cadena de valor global de valorización de estos residuos y sus interacciones con la participación de la ciudadanía en la recogida selectiva de estos residuos, la aceptación de las tecnologías y los bioproductos por la sociedad y la incorporación en el mercado de estos nuevos productos.

Para alcanzar el objetivo global de la propuesta se dispone del potencial y capacidad científico-técnica de dos grupos de investigación de la Universidad Rey Juan Carlos (**IGDA-BIOTEC** y **CIBER-JURIC**) cuyas competencias, experiencias e infraestructuras científicas resultan adecuadas y complementarias para el desarrollo del programa de actividades de I+D de la propuesta. Asimismo, cabe destacar la participación de FCC y AQUALIA como empresas asociadas al programa de actividades, lo que implica contar con la colaboración de compañías punteras posicionadas en la valorización de FORSU y ARU, así como la colaboración con diferentes grupos de investigación internacionales y otras instituciones. El objetivo final de la propuesta es reducir de forma significativa la cantidad de biorendidos que acaban incinerados o en vertederos poniendo en valor su transformación a productos de interés comercial; así como mejorar la percepción de los ciudadanos sobre los biorendidos para que los consideren como una materia prima de interés y la aceptación de los productos derivados a través de la implementación de iniciativas de innovación social.

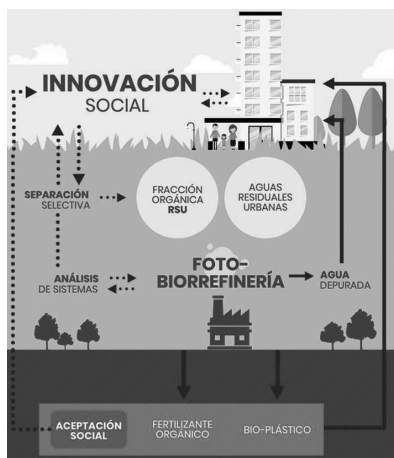


Figura 17. Adaptación textual a infografía. Fuente: Grupo Ciberimaginario, proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344).

7.4.1. Pasos para la creación de infografías e imágenes

Para elaborar una infografía es necesario asegurarse de la veracidad de la información a representar, es decir, contrastar la fuente, los datos y el contenido para poder reproducir con la mayor precisión y objetividad posible el mensaje a transmitir (Cairo, 2015).

Para conseguir que cada infografía sea lo más eficaz posible, y más en el ámbito científico, se debe seguir un proceso minucioso en el que se involucren las siguientes acciones:

- **Estudio de la información.** En primer lugar, se analiza la información que los expertos desean comunicar. En esta parte es esencial comprender a la perfección la totalidad del mensaje que se desea transmitir para poder traducir el lenguaje especializado de los expertos a un lenguaje más informal.

- Definir el estilo. Una vez hemos estructurado la información debemos pensar en el estilo gráfico que contendrá la infografía para dar con la mejor solución para transmitir el mensaje. Para ello, se ha de seguir el manual de identidad corporativa, que debe haber sido elaborado previamente. En él, se especifican los colores, las tipografías, las formas, etc. que darán identidad al producto. A continuación, se inicia un proceso de conceptualización artística de la información, que consiste en trasladar mensajes y conceptos complejos a elementos visuales sencillos y fáciles de asimilar.
- Revisión final. Una vez que se ha elaborado la infografía, es muy importante volver a enviarla a los expertos para que confirmen que la información ha sido representada correctamente. También puede resultar de gran utilidad mostrar la infografía a alguien externo al proyecto para comprobar que realmente se comprende el mensaje antes de su publicación.
- Comunicación. Una vez finalizada la revisión es imprescindible difundir la infografía en redes sociales e invitar al resto de miembros del proyecto a compartir el contenido.

7.4.2. Aplicaciones de las infografías e imágenes

Los beneficios que podemos experimentar con estos formatos son amplios. Entre ellos se pueden destacar:

- Exposición de resultados, para ayudar a la comprensión de los datos que se presentan.
- Versatilidad, debido a su capacidad de adaptación en cualquier plataforma como webs, blogs o redes sociales.
- Favorece el recuerdo, ya que en general se tiende a recordar mejor lo que percibimos a través de las imágenes que de los textos.

Es importante valorar a los profesionales y el esfuerzo y trabajo que existe detrás de cada imagen o infografía ya que, en palabras de Ignacio Jaén:

Es necesario entender que no es un proceso rápido y que requiere de un gran esfuerzo, por lo que tampoco es un trabajo barato. Sin embargo, cuando se realiza un trabajo de calidad y todo el mundo reconoce la facilidad de asimilación de la información, el proyecto científico o de investigación gana en calidad y en capacidad de Divulgación Científica (2015, pág. 1).

Por otro lado, cabe destacar, que gracias al desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la información se dispone de múltiples herramientas y *software* gratuitos que facilitan la elaboración de estos formatos. Estas aplicaciones son de gran ayuda, especialmente si se carece de la formación o experiencia necesaria elaborar infografías debido a la multitud de plantillas y recursos gráficos que integran. Algunas de las más importantes son:

- Canva. Es una aplicación *online* enfocada al desarrollo de contenido para redes sociales. Ofrece una gran cantidad de plantillas con las dimensiones específicas para cada tipo de plataforma. Además, permite elaborar infografías e imágenes tanto estáticas como dinámicas.
- Piktochart. Se trata de una aplicación *online* que ofrece un listado bastante amplio de plantillas y elementos gráficos y multimedia gratuitos.
- Infogram. Esta herramienta permite crear infografías dinámicas y animadas de manera gratuita. Destaca también por su capacidad de representación de datos de manera sencilla.
- Genially. Esta herramienta *online* permite elaborar infografías estáticas y dinámicas en multitud de formatos. Además, permite crear presentaciones, *dossiers* e informes, infografías gamificadas e imágenes interactivas.
- Flourish. Es una aplicación *online* que sirve para crear visualizaciones de datos avanzadas de cualquier tipo (estáticas, dinámicas e interactivas). Es una herramienta muy potente que permite integrar datos en formato Excel o .csv. Además, cuenta con multitud de diseños y gráficos para representar la información.

7.5. Animaciones

Las animaciones o *motion graphics*, traducido como «gráficos en movimiento», son una representación digital y animada de una serie de elementos gráficos. Suelen ir acompañados de un hilo musical y, en muchas ocasiones, por una voz en *off* que dota de valor añadido al discurso del vídeo. Se trata de una técnica en constante crecimiento de la que cada vez más empresas publicitarias y diversas instituciones hacen uso por su característica sencillez y su capacidad comunicativa y expresiva. «Podría decirse que estamos ante la unión entre el diseño gráfico, la infografía y la animación» (Alonso Valdivieso, 2016, pág. 105).

Se trata de un formato con un elevado nivel de producción, y para ello se hace uso de programas de edición profesional del paquete de Adobe (Adobe, 2020): Illustrator (para ilustraciones o gráficos), After Effects (para crear animaciones) y Premiere Pro (para editar la pieza final). Por otro lado, hoy en día existe una serie de herramientas o *plugins* gratuitos que facilitan mucho el trabajo a la hora de crear animaciones o efectos complejos, como es el caso de 'Duik' o 'Animation Composer'.

Los *motion graphics* presentan una serie de ventajas respecto a otros formatos (Pechersky, 2018; French, 2018):

- Gran atractivo visual. Su colorido y diseño dotan a este formato de un estilo muy útil para captar la atención de nuestra audiencia.
- Efectividad del mensaje. Se trata de un formato que no ofrece límites en la creación, ya que permite interpretar conceptos abstractos y complejos de una manera sencilla.
- Síntesis de la información. Su potencial narrativo visual permite comprimir grandes cantidades de información de una manera mucho más clara y con la mayor brevedad posible. Son productos de gran utilidad en: vídeos tutoriales, visualizaciones de datos, procesos o conceptos abstractos.
- Gran potencial para redes sociales. Su atractivo y breve duración lo convierten en un producto fácil de consumir en estas plataformas.

En la figura 18 se observa un ejemplo práctico que se ha desarrollado desde el Grupo de Investigación Ciberimaginario para el proyecto BIO3 sobre el «Aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos para la obtención de productos químicos de interés». Para ello, se hizo uso de la combinación entre animación, texto, música y locución:



Figura 18. Actividades forestales. Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para obtener productos químicos de interés. Fuente: Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344).

7.5.1. Pasos para la creación de un *motion graphic*

A continuación se detalla el procedimiento para elaborar correctamente un *motion graphic*. Para explicar el proceso se ha utilizado el ejemplo de la figura 18.

Sinopsis

Dentro del concepto de bioeconomía, en el proyecto Bio3 se busca el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para la obtención de productos químicos de interés. En concreto, se persigue la obtención de gamma-valerolactona, compuesto que puede ser utilizado como disolvente, para la formulación de combustibles o como molécula de partida para la síntesis de polímeros, aditivos y combusti-

bles. El objetivo consiste en desarrollar un proceso de forma óptima y rentable, llevando a cabo transformaciones catalíticas en cascada. Para ello, se necesita acoplar cada etapa individual usando un único catalizador que reúna las diferentes funcionalidades necesarias.

Presentación del producto

Se trata de un producto audiovisual, *motion graphics*, de contenido explicativo. Tiene como objetivo, por un lado, ser de utilidad desde un punto de vista empresarial y científico, para dar a conocer a otros investigadores o pares los resultados y la actividad del consorcio. De esta manera podrán ver los desarrollos, realizar otros a mayor escala e invertir o participar en futuros proyectos.

Por otro lado, posee también un objetivo formativo, contribuyendo en el ámbito educativo, tanto desde el aprendizaje para alumnos con estudios superiores y específicos de la materia, como para generar conciencia sobre la importancia de la valorización de los residuos incluyéndolos de nuevo en el ciclo productivo (economía circular).

Finalmente, este producto contribuye a dar visibilidad a las oportunidades laborales que representa la economía circular, concretamente, en el sector de los biocombustibles y bioproductos.

1. Guion

Como en todo proyecto audiovisual, hay que contar con un guion consistente, que sostenga las bases de lo que se pretende transmitir. Para ello, debemos tener en cuenta que es necesario plasmar las ideas de la manera más clara y sencilla posible.

En primer lugar, se determinan los objetivos principales y el tono a transmitir.

A continuación, se deben tener presente las herramientas a utilizar para la elaboración del *motion graphic* y, para ello, es imprescindible conocer los medios en los que se transmitirá el producto.

Por último, es importante decidir si se hace uso de una locución que acompañe al vídeo o si, por el contrario, sólo se dispone de los elementos a incorporar en la pantalla junto con un hilo musical. En el caso de querer incorporar una locución se debe tratar de conseguir que tanto los elementos de la pantalla como

la locución se complementen, en lugar de repetir la información. De esta manera, el vídeo obtendrá valor añadido y será posible desarrollar conceptos más complejos.

2. Storyboard

Una vez se ha elaborado el guion se puede desarrollar el *storyboard*. Con ello, se podrán plasmar ideas de una manera más precisa y cercana al resultado final.

Lo que se genera en este proceso es una serie de ilustraciones o bocetos de las distintas escenas que compondrán el *motion graphic*, las cuales irán acompañadas de breves explicaciones.

En la figura 19 se muestra un ejemplo de *storyboard* realizado por el grupo Ciberimaginario.

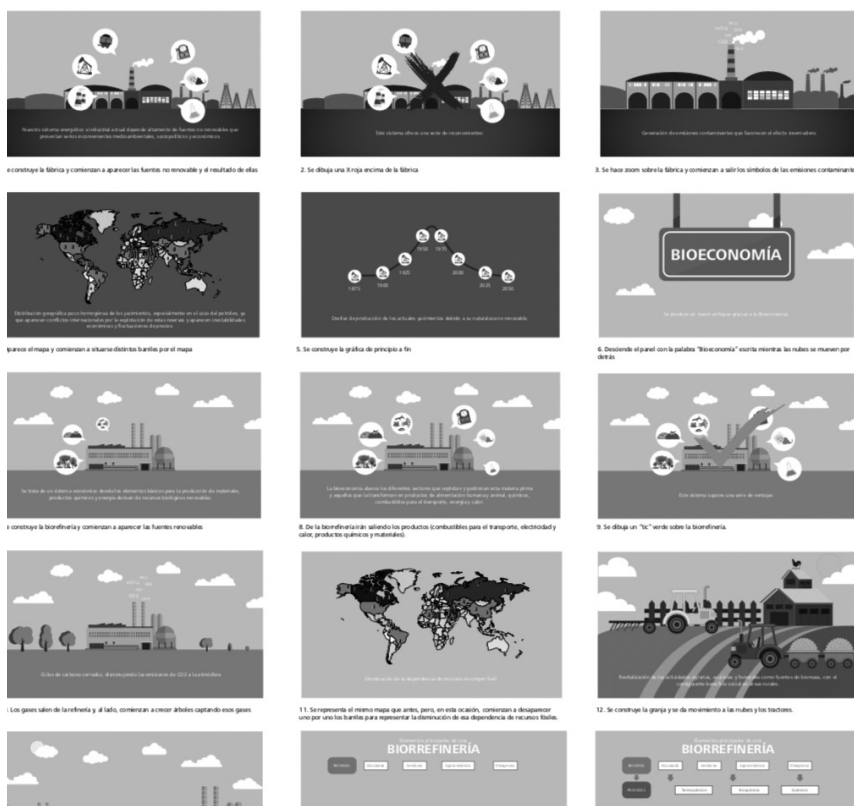


Figura 19. Ejemplo de *storyboard*. Fuente: Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344).

3. Animación

Una vez que se ha realizado el *storyboard*, se dispondrá de una base para comenzar el proceso de creación del producto. El objetivo es sencillo: animar cada uno de los elementos que se han diseñado previamente. En este caso, el equipo de creación utilizó el programa de edición profesional After Effects debido a su versatilidad.

7.5.2. Aplicaciones de los *motion graphics*

La gran versatilidad de este formato y su potencial comunicador lo convierten en un producto capaz de encontrar cabida en cualquier espacio. Como menciona Alonso Valdivieso (2016), se puede encontrar este formato en televisión, ya sea como contenido incluido en algún programa específico (cabeceras, rótulos, logotipos...) o en la propia publicidad.

También es posible encontrarlo en otros ámbitos como internet, donde se hace uso de distintas plataformas como por ejemplo las redes sociales. Diversas empresas hacen uso de internet para difundir sus vídeos corporativos en poco más de un minuto.

Por último, también se debe destacar la aplicación que este formato puede ofrecer al ámbito educativo. Esto es evidente especialmente en modalidades de aprendizaje como las *flipped classroom* o aula invertida, donde los alumnos deben consumir previamente este tipo de vídeos antes de acudir a clase; o los conocidos MOOC, donde los formatos audiovisuales, especialmente los animados, cumplen un papel primordial.

7.6. Conclusiones

Tal y como indica el último informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2018), los recursos audiovisuales digitales son los preferidos por los ciudadanos para acceder, conocer y profundizar sobre los avances científicos. Concretamente, a través de las redes sociales (75,7%), los vídeos (61,9%) y los medios generalistas (58,9%).

En este escenario se dispone de una oportunidad esencial para sacar el máximo partido a estas plataformas mediante la creación de recursos innovadores y, además, lograr enseñar a la población las ventajas y hallazgos científicos de las distintas áreas del conocimiento.

Como se ha descrito en este capítulo, se están produciendo cambios en la forma en la que las personas reciben información, predominando los formatos visuales frente a los textos escritos. Con ello, una mayoría de los usuarios están familiarizados con el entorno digital. A pesar del éxito de los modelos visuales en otros ámbitos, su utilización en áreas relacionadas con temas científicos no está del todo extendida. Por lo que, llegados a este punto cabe plantearse la necesidad de extrapolar estos formatos más allá de temáticas cotidianas y aplicarlas en el ámbito científico.

Para ello, se deben fomentar las acciones de divulgación científica en la comunidad académica y proyectos de investigación. Concretamente, se debe dedicar un espacio dentro de los proyectos destinado a comunicar las acciones desarrolladas en el proceso de investigación. Es imprescindible establecer acciones comunicativas para todos los públicos (tanto generalista como especializado) para así maximizar el alcance de difusión del conocimiento.

A pesar de las facilidades que nos proporcionan las tecnologías de la información y comunicación para elaborar estos productos, es posible que con el trabajo de investigación no se puedan desarrollar estas acciones por uno mismo. Es por eso por lo que se requiere la colaboración entre un equipo de profesionales dedicado exclusivamente a las acciones de comunicación y el equipo de investigación. Como resultado, el proceso de producción será más eficiente gracias a la cooperación entre ambos equipos.

Gracias a las acciones de comunicación se puede diseminar el contenido más allá del ámbito académico-científico logrando así aumentar la transferencia del conocimiento:



Figura 20. Áreas de transferencia del conocimiento. Fuente: elaboración propia.

Este proceso de transferencia del conocimiento adquiere especial relevancia en el ámbito educativo. Todos los productos generados en este proceso (imágenes, vídeos, infografías, animaciones, etc.) se convierten en recursos de gran valor en el aula, ya que pueden ilustrar los contenidos curriculares. Con ello, los contenidos de las distintas asignaturas se pueden ejemplificar mediante los avances e innovaciones científicas. De esta manera, el conocimiento se asimila de una manera más efectiva y práctica.

Por tanto, se puede concluir recalcando el valor de las infografías, las imágenes y las animaciones como elementos necesarios con gran potencial para comunicar ciencia y, así, asegurar la comprensión de los avances y aportaciones que realizan los proyectos de investigación en la sociedad.

7.7. Referencias

- Adobe (2020). *Adobe*. Adobe. Disponible en: <https://www.adobe.com>
- Alonso Valdivieso, C. (2016). «Qué es Motion Graphics», en *Con A De Animación*, (6), págs. 104-116. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/caa.2016.4799>
- Bas, D. (2018). *Transformar el mundo con la ayuda de los números*, Cadena Ser, Madrid.
- Cairo, A. (2008). *INFOGRAFÍA 2.1*, Alamut.
- Cairo, A. (2015). «Entrevista a Alberto Cairo, un referente mundial en infografía periodística», en *Makamo*. Disponible en: <https://www.makamo.es/entrevista-a-alberto-cairo-un-referente-mundial-en-infografia-periodistica/>
- Carbonell-Alcocer, A. (2020). «Infografías para una comunicación científica eficiente», en *Blog Ciberimaginario*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/2020/02/20/infografias-comunicacion-cientifica-eficiente/>
- Castillo-Esparcia, A. (2011). «Investigación e investigadores. Las revistas científicas como instrumento de comunicación», en *Vivat Academia*, págs. 1002-1017. Disponible en: <https://doi.org/10.15178/va.2011.117E.1002-1017>
- Castro-Martínez, E.; Olmos-Peñuela, J. y Fernandez-de-Lucio, I. (2016). «La Vinculación Ciencia-Sociedad: Estereotipos y Nuevos Enfoques», en *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(2), págs. 121-129. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242016000200012>
- Català, J. (2018). «Siempre que la ciencia precisa llegar a los demás se entiende muy bien con la infografía», en *Universitas Científica*, 21(2), págs. 52-57. Disponible en: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/8776/8025>
- Colle, R. (2004). «Infografía: tipologías», en *Revista Latina de Comunicación Social*, 7(58), pág. 1. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/819/81975801.pdf>
- de Pablos Coello, J. M. (1998). «Siempre ha habido infografía», en *Revista Latina de Comunicación Social*, (5), págs. 1-5. Disponible en: <https://mdc.ulpgc.es/utls/getfile/collection/rldcs/id/557/filename/519.pdf>

- Echevarría Ezponda, J. (2008). «Transferencia de conocimiento entre comunidades científicas», en *Arbor*, 184(731), págs. 539-548. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i731.203>
- FECYT (2018). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Disponible en: https://icono.fecyt.es/sites/default/files/file_publicaciones/18/epscyt2018_informe_0.pdf
- Fischhoff, B. (2019). «Evaluating science communication», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(16), págs. 7670-7675. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1805863115>
- García Morales, C. (2012). «¿Qué puede aportar el arte a la educación?: el arte como estrategia para una educación inclusiva», en *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación*, (1), págs. 5-12. Disponible en: <http://asri.eumed.net/1/cgm.html>
- Herrero-Solana, V. y Rodríguez-Domínguez, A. M. (2015). *Periodismo de datos, infografía y visualización de la información: un estudio de El País, El Mundo, Marca y El Correo*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1344/BiD2015.34.5>
- Jaén, I. (2015). *La Divulgación Científica a través de Infografías didácticas*, @ignacioJaén Branding y Marketing estratégico. Disponible en: <https://ignaciojaen.es/la-divulgacion-cientifica-a-traves-de-infografias-didacticas/>
- Kress, G. y Van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal discourse. The Modes and Media of Contemporary Communication*, Arnold.
- Manghi, D. y Haas, V. (2015). «Uso de imágenes en clases deficiencias naturales y sociales: enseñando a través del potencial semiótico visual», en *Enunciación*, 20(2), págs. 248-260. Disponible en: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.enunc.2015.2.a06>
- Marín Ochoa, B. E. (2010). *La infografía digital, una nueva forma de comunicación*. Paper presentado en el Congreso Euro-Iberoamericano de Alfabetización Mediática y Culturas Digitales. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11441/57013>
- Minervini, M. A. (2005). «La infografía como recurso didáctico», en *Revista Latina de Comunicación Social*, 8(59). Disponible en: <http://www.revistalatinacs.org/200506minervini.pdf>

- Muñoz García, E. (2014). «Uso didáctico de las infografías», en *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 7(14), págs. 37-43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25115/ecp.v7i14.969>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Communicating science effectively: A research agenda*, National Academies Press. Disponible en: <https://doi.org/10.17226/23674>
- Ortiz Salinas, D. (2018). «Diseño de un sistema de infografía digital, para la enseñanza de una asignatura/Design of a computer graphics system for teaching a course», en *Revista Referencia Pedagógica*, 6(1), págs. 43-54. Disponible en: <http://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/view/140>
- Palmucci, D. (2017). «Las infografías, nuevos espacios de lectura para el discurso científico-pedagógico», en *Discurso & Sociedad*, (2), págs. 262-288. Disponible en: [http://www.dissoc.org/ediciones/v11n02/DS11\(2\)Palmucci.html](http://www.dissoc.org/ediciones/v11n02/DS11(2)Palmucci.html)
- Quevedo Redondo, R.; Portalés-Oliva, M. y Berrocal Gonzalo, S. (2016). «El uso de la imagen en Twitter durante la campaña electoral municipal de 2015 en España», en *Revista Latina de Comunicación Social*, 71, págs. 85-107. Disponible en: <http://doi.org/10.4185/RLCS-2016-1085>
- Romero-Luis, J.; Carbonell-Alcocer, A. y Gértrudix Barrio, M. (2020). «El video artículo multimedia interactivo, un formato innovador para la comunicación científica», en Álvarez, R. y Rajas, M. (eds.), *Paradigmas de la Narrativa Audiovisual de los Flujos de la imagen*. ASRI, 18, Eumed, págs. 90-110. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/asri/18/video-articulo.html>
- Ross-Hellauer, T.; Tennant, J. P.; Banelytė, V.; Gorogh, E.; Luzi, D.; Kraker, P.; Pisacane, L.; Ruggieri, R.; Sifacaki, E. y Vignoli, M. (2020). «Ten simple rules for innovative dissemination of research», en *PLoS Comput Biol*, 14(4): e1007704. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007704>
- Ruiz del Olmo, F. J. y Bustos Díaz, J. (2016). «Del tweet a la fotografía, la evolución de la comunicación política en Twitter hacia la imagen. El caso del debate del estado de la nación en España (2015)», en *Revista Latina de Comunicación Social*, (71), págs. 108-123. Disponible en: <http://doi.org/10.4185/RLCS-2016-1086>

- Urizar, C. A. y Román, L. I. (2017). «Redes sociales y su impacto en la difusión del conocimiento científico», en *Discover Medicine*, 1(2), págs. 9-10. Disponible en: <https://revdiscovermedicine.com/index.php/inicio/article/view/42>
- Valero Sancho, J. L.; Marín Ochoa, B. E. y Català Domínguez, J. (2014). «Aproximación a una taxonomía de la visualización de datos», en *Revista Latina de Comunicación Social*, (69), págs. 486-507. Disponible en: <http://doi.org/10.4185/RLCS-2014-1021>
- Valero Sancho, J. L. (2010). «La infografía al servicio de la comunicación de la ciencia», en *Universitas Científica*, 13(1). Disponible en: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/1276/1164>
- Vázquez González, E. R. (2017). «Transferencia del conocimiento y tecnología en universidades», en *Iztapalapa. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 38(83), págs. 75-95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.28928/revistaiztapalapa/832017/atc3/vazquezgonzalezer>
- Vázquez-Cano, E. (2013). «El videoartículo: nuevo formato de divulgación en revistas científicas y su integración en MOOCs», en *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, (41), págs. 81-90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3916/C41-2013-08>
- Vidal Ledo, M. J. y Zayas Mujica, R. (2018). «Comunicación científica y el acceso abierto», en *Educación Médica Superior*, 32(3), págs. 244-254. Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1601/705>
- Vilaplana Camús, Á. J. (2019). «Las infografías como innovación en los artículos científicos: valoración de la comunidad científica», en *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 37(1), págs. 103-121. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14201/et2019371103121>
- Yamila Rigo, D. (2014). «Aprender y enseñar a través de imágenes: desafío educativo», en *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación*, (6), pág. 6. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4665727>

8

Comunicar la ciencia con fotografías

*Hernando Gómez Gómez*¹

Ideas clave

La ciencia en su proceso de pesquisa utiliza para apoyar sus experimentos:

- Fotografía científica.
- Narración visual para un acercamiento al conocimiento.
- Capturas fotográficas para la demostración fidedigna.
- Imágenes retratando hitos de enorme relevancia histórica en la ciencia.
- De la microscopia al telescopio para el entendimiento de cierta narrativa realista.

8.1. Introducción

La ciencia sin la demostración visual, probablemente, no contaría con la aceptación del público consumidor de conocimiento. Es posible, incluso, que llegara a afectar a las políticas y las decisiones de sus dirigentes. ¿Podrían o no, tomarse decisiones basadas

1. Profesor asociado, Universidad Rey Juan Carlos.

en la especulación? ¿O se aseguraría cierto cambio político partiendo de una evidencia real, material y sin artificio? Sin duda, es necesario un acercamiento de la sociedad a la ciencia para así exponer cuán importante es para el desarrollo y la innovación tecnológica de un país.

Las ilustraciones e imágenes fotográficas son las herramientas demostrativas más eficaces de cualquier experimento y sus hallazgos. Para empezar, es necesaria la certidumbre (visual) para apoyar la argumentación y alcanzar el convencimiento de las clases políticas escépticas.

A través del presente capítulo se vislumbrará la situación de la ciencia y el uso que se hace del apoyo audiovisual para aportar mayor grado de credibilidad a sus teorías. Del mismo modo, la contextualización y la herencia histórica que nos permita evidenciar la enorme importancia de la imagen en la ciencia será otro de los puntos cruciales que se asumirán en las siguientes páginas.

Entenderemos el innegable y estrecho vínculo que une la ciencia con la fotografía, siendo esta última una pieza esencial en cualquier campo de investigación y su avance un estímulo absolutamente imprescindible para el incremento de la producción científica. Los grandes hitos de la ciencia han visto la necesidad de acompañar gráficamente a las teorías, al igual que el origen de la humanidad ha visto imprescindible la expresión visual para manifestar el hecho acontecido. Esto, de algún modo, evidencia que la imagen gráfica ha ido por delante incluso de las palabras.

Qué paradójico resulta que las primeras y ancestrales expresiones gráficas mostrando la interacción del individuo en la naturaleza hoy se vea envuelta en una tesitura similar donde la investigación arqueológica requiera de un intermediario —la fotografía— para demostrar visualmente aquello que les sucedió. En ambos casos, prima la certeza gráfica para el súbito entendimiento. Cuando las palabras no alcanzan la claridad, confiemos pues en la dimensión de la percepción visual.

Se mostrará la importancia de los agentes involucrados para una correcta divulgación de los hallazgos obtenidos, con-

cretamente, abordando la captura fotográfica para evidenciar su importancia desde punto de vista del hallazgo científico: desde el acompañamiento a la explicación como para la correcta difusión.

El concepto tradicional de fotografía se verá desmembrado para así darle una desconocida explicación. Olvidaremos el habitual uso doméstico de la cámara fotográfica y mostraremos una nueva forma expresiva capaz de alinearse con la ciencia y situarse dentro del proceso de indagación.

8.2. Narrativa visual para la demostración de las teorías científicas

En 1839 —o alrededor de este año, si considerásemos una primerísima fase del experimento fotográfico que Joseph N. Niépce avanzó desde 1818— es cuando se consigue la primera muestra de realidad fijada sobre un material fotosensible; es decir, surge oficialmente la fotografía, consumando así un proceso de observación con larga tradición y que tanta expectación había suscitado a lo largo de la historia: desde el Renacimiento hasta su instauración como herramienta imprescindible en el arte (Canaletto o Ingres).

La fotografía, desde su nacimiento, inmediatamente se convirtió en el sustitutivo absoluto de la pintura, que más allá del espacio que ocupaba en el arte, sobre todo, se comportaba como principal instrumento gráfico capaz de representar y narrar acontecimientos ocurridos. Muchos de los artistas encargados de ilustrar esa realidad a través del pincel vieron con ojos amenazantes esta llegada novedosa de la fotografía; decidieron asumir el cambio y tomar las riendas de ese nuevo saber capaz de llegar a los sentidos de forma inmediata siendo, además, fiel a su más sentido realista.

Tras la aparición de la cámara fotográfica —refiriéndose al estudio científico que dio explicación y existencia al modo más fidedigno de retratar hasta la fecha— se materializa el acontecimiento natural que venía observándose desde el siglo XVI. Desde la ciencia

y con la invención fotográfica se ejecuta «el principio de la propagación rectilínea de la luz». Todo ello como resultado de la amplia observación, enorme experimentación y recogida de datos. Se asienta así un nuevo conocimiento, apoyado en teorías suscitadas tras un procedimiento riguroso.

Por lo tanto, siendo coherentes con la temática de este capítulo, quién mejor que una disciplina como la fotografía que nace desde la química y la física para dar explicación visual a cualquier otra ciencia empírica.

Hablar de ciencia es, en palabras de George Johnson (2008), la estimación de la belleza del diseño y de la ejecución del experimento, además de definir la claridad de las líneas de pensamiento. Tras ratificar cualquier acontecimiento científico se cuantificará la relevancia del mismo y para ello es necesaria una demostración clara que ayude a la certificación de validez.

A pesar de la información previa que los evaluadores científicos deben poseer —independientemente del campo de estudio— la clarividencia con la que actúan los sentidos es innegable. Y aquí es donde se pretende llegar: reflexionemos acerca de la importancia del sistema perceptivo para el entendimiento del mundo interior y exterior. Nos estamos refiriendo, obviamente, a que sin unas cualidades físicas mínimas no podríamos sobrevivir en un contexto natural y, concretamente, el sentido de la vista va a conformar en nuestro sistema cognitivo un ideario fundamental para poder conocer lo que nos rodea. Con una carencia sensitiva —en este caso con la incapacidad de ver— todo se complicaría y nos limitaría la adquisición del conocimiento.

Este previo alegato naturalista que apela a las realidades físicas existentes no es más que una breve introducción que sirve para situar la importancia natural de todas las características intrínsecas a nuestra condición humana. El fin último es, sin duda, extrapolar esta definición a la importancia de la fotografía (interpretada como el sistema perceptivo: la vista) para la comprensión del acontecimiento científico (interpretada como el conocimiento del entorno para la supervivencia).



Figura 21. Figuras antropomórficas en sur de Sulawesi, Indonesia. Fuente: Riza, K. (2014) [Imagen *online*], Griffith University. Disponible en: <https://news.griffith.edu.au/2018/11/08/oldest-known-figurative-cave-art-discovered-in-borneo/>

Es incuestionable la tremenda y enorme importancia que ha suscitado la representación de los hechos científicos capturados a través de la fotografía, ofreciendo la mayor de las verdades para una demostración fidedigna del momento sucedido. Ha significado en el pasado y en el presente una herramienta fundamental en cualquier laboratorio de termodinámica, física cuántica, de neurociencia, medicina, de botánica o de suma importancia para los historiadores... Sin embargo ¿de dónde viene esta tremenda obsesión por demostrar gráficamente? La explicación es presumiblemente predecible: desde que el ser humano existe, se produce una necesidad vital por narrar. Ahí disponemos de las primitivas pinturas figurativas consideradas por la revista de divulgación científica *Nature* (2014) como las más antiguas de la humanidad, entre 35.000-40.000 años, situadas en la isla de Sulawesi (Indonesia).

A medida que los artilugios imprescindibles para dibujar se van volviendo más sofisticados, el conocimiento de las técnicas pictóricas de representación cada vez fue más preciso. Por último, la reproducción y rápida difusión encuentra su punto álgido

en 1450 d. C. con el nacimiento de la imprenta de Gutenberg. Es, entonces, cuando la información de los acontecimientos —científicos o no— se democratiza y el conocimiento ya no es sólo apto para un mínimo y privilegiado estrato de la sociedad.

Los seres humanos a través del sentido de la vista podemos reconocer formas, identificar distancias desde el punto de mira hasta el objeto/sujeto, diferenciar tonalidades cromáticas e incluso sacar conclusiones más allá del acto de mirar. Es a través de la percepción desde donde partiremos para comprender los porqués de esta necesidad imperiosa por mostrar a la comunidad científica, a las audiencias... al mundo en general, la forma del hallazgo científico.

Al hacer el balance de la producción científica obtenida en 2019, la revista *Science* estima que el logro más importante del pasado año ha correspondido a la captura de la primera fotografía tomada de un agujero negro (Clery, 2019). Es decir, una de las revistas de divulgación científica más importantes del mundo y de mayor impacto no sólo utiliza la imagen para la demostración de la existencia de los *black holes* sino que lo convierte en el hito más relevante del año. Se olvida de que la cámara fotográfica es una herramienta y lo convierte en el principal agente emisor de información.

Ésta es una prueba de cómo debemos considerar la expresión fotográfica en la ciencia. Existe un cambio de paradigma y esto es un hecho.

La fotografía parte del observatorio más grande en longitudes de onda milimétricas que se encuentra en el desierto de Atacama, en Chile. En este caso, el procedimiento es mucho más complejo que una sola toma desde un mero sistema de captura astronómica identificado en una única ubicación. El organismo instala en diversos telescopios dispuestos en varios lugares del mundo un sistema sofisticado de procesadores digitales de alta velocidad de datos y relojes atómicos, para que el instrumento sea compatible con VLBI (siglas en inglés de *very long baseline interferometry*) o, lo que viene a ser lo mismo, la interferometría de base ancha. A través de un procedimiento en el que se captura la información recogida por varios radiotelescopios —entendido como si fueran

un único radiointerferómetro— se toman las imágenes y mediante un potente procesador se extraen todos los datos obtenidos como si fueran una única unidad de registro. De este modo, se simula un telescopio más grande y con mayor definición. La fotografía relativa al agujero negro central de la galaxia Messier 87 fue tomada con este proceder.



Figura 22. Primera imagen del agujero negro central de la galaxia Messier 87: anillo de fotones doblados por su gravedad (desierto de Atacama [Chile], Estados Unidos, México, España y en el Polo Sur). Fuente: imagen tomada con sistema VLBI, EHT collaboration / CC 4.0.

Este tremendo hallazgo, lejos de ser un resultado de puro azar, confirma la teoría de la relatividad descrita en 1915 por A. Einstein y en la que se aboga por la formación de agujeros negros. A través de la fotografía se inaugura un nuevo estado de conocimiento y a través de la disciplina fotográfica se logra estar más próximos a la verdad del desconocido Universo.

La investigadora y científica Christina Thöne, perteneciente al HETH/Departamento de Astronomía Extragaláctica del Instituto de Astrofísica de Andalucía afirma que «se dice que una imagen es mejor que mil palabras, en este caso una imagen es mejor que mil ecuaciones.» (EL PAÍS, dic. 2019.)

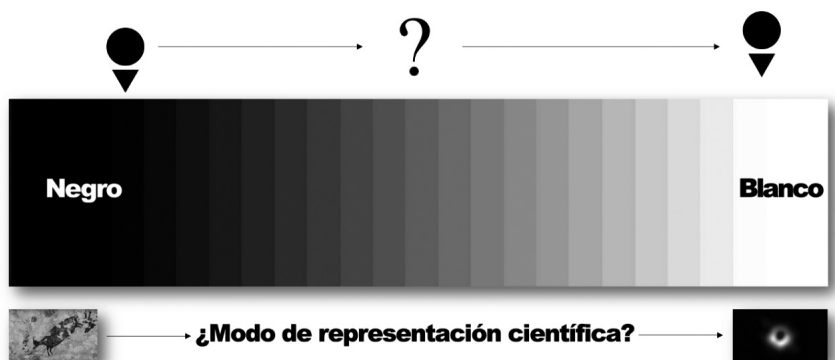


Figura 23. Escala de grises: representación de la evidencia científica en la historia. Fuente: elaboración propia.

Este salto cualitativo desde las primeras representaciones pictóricas en cavernas hasta la suma de unidades de registro para la obtención de máximas resoluciones no son más que los extremos que pueden parangonarse de forma evidente. La historia podría interpretarse como una escala de grises² —por esto de que estamos tratando la fotografía como punto de origen para entender la ciencia— donde el negro más negro representaría la época prehistórica y el blanco más blanco conformaría el contexto más actual.

Llegados a este punto, consideramos necesario reflexionar acerca de qué sucedió con la ciencia y las necesidades que tuvo durante toda la tradición científica, siendo ahora el momento de cuestionar el punto de partida del conocimiento y su conformación como disciplina para el estudio del medio. Es importante localizar el lugar y el momento en el que se deducen principios, predicciones y comprobaciones por vez primera. Entonces, podremos situarnos en esta metafórica escala histórico-científica de grises para identificar la herramienta que utilizaron los creadores de las teorías deducidas para así observar su *modus operandi* en su demostración visual.

2. Escala de grises: concepto usado principalmente en fotografía que corresponde a la representación de una imagen donde cada píxel define un valor numérico independiente relativo a su luminancia y en una escala comprendida entre blanco puro y negro puro.

Sin embargo, no resulta tarea fácil establecer un origen a menos que restrinjamnos a través de cierto matiz: surgimiento de base experimental de la ciencia moderna. La explicación de hechos sin base experimental, entendida hoy como tal, ha existido desde el origen de la humanidad.

8.3. Tradición retratista para la eficacia comunicativa

La fotografía científica no sólo tiene su origen a partir del nacimiento del primer positivo permanente. Para entender la inclusión de la captura fotográfica en la ciencia es necesario y absolutamente imprescindible partir de cierto contexto. Por ello, se ha decidido mencionar la figura de Galileo Galilei, simplemente, para situar en el tiempo la apertura del método científico experimental. Por supuesto que él utilizó el discurso visual para la demostración de sus tesis y ya en 1609 dibujó una luna inédita derivada de cierta instrumentación, marcando desde entonces un antes y un después en la era astronómica. Sin embargo, consideramos más didáctico dar un paso en el tiempo, partiendo de su legado más inmediato, evitando así caer en la superficialidad del estudio de su obra.

¿Qué sucedió con sus contemporáneos, los que le precedieron o aquéllos que vieron el nuevo método científico nacer?

Desde Descartes o Pierre Gassendi a Robert Hooke o Isaac Newton... todos ellos trataron de representar gráficamente aquello que formaba parte del objeto de estudio. Sin embargo ¿por qué no fijarse en ciertas personalidades, menos populares aunque inmensamente reconocidas por la ciencia?

Durante los siglos XVII y XVIII, la experta naturalista Anna Maria Sibylla Merian (1647-1717) se encargó de retratar cientos de procesos biológicos y botánicos a través de ilustraciones. A pesar de ser mujer y contar con grandes prejuicios de la época, fue capaz de llevar a cabo sus investigaciones y sus viajes exploratorios incluso sin contar con el tradicional soporte académico, entendido éste como el centro formador y financiador de proyectos científicos.

Ya desde joven dejó claro la extrema sensibilidad que ofrecía su modo de observar la naturaleza y, por ello, comenzó su andadura en el mundo de la ciencia.



Figura 24. (Izquierda) Merian, M. S. (1702). Grape Vine with Vine Sphinx Moth and Satellite Sphinx Moth [Ilustración]. (Derecha) Merian, M. S. (1702). Branch of West Indian Cherry with Achilles Morpho Butterfly [Ilustración]. Fuente: Royal Collection Trust. Disponible en: <https://www.rct.uk/collection/search#/54/collection/921204/grape-vine-with-vine-sphinx-moth-and-satellite-sphinx-moth> y <https://www.rct.uk/collection/search#/31/collection/921160/branch-of-west-indian-cherry-with-achilles-morpho-butterfly>

Sus diseños hablaban por sí solos: mostraba procesos vitales de los insectos con sus pertinentes transformaciones físicas y, además, incluyendo de forma absolutamente integrada las plantas que les servían de alimento.

Probablemente, su proyecto más ambicioso se produjo en Surinam a pesar de la enfermedad que la envió de vuelta a Europa. La gran representación científica de insectos y sus transformaciones impactó en toda la comunidad científica y la enorme repercusión la catapultó hacia el éxito como ilustradora naturalista. Publicó *Metamorphosis insectorum Surinamensium* (1705) en francés y holandés, pero rápidamente se extendió a otras lenguas.

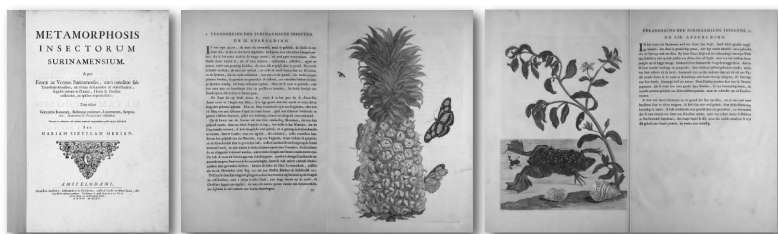


Figura 25. Merian, M. S. (1705). *Metamorphosis insectorum Surinamensium* [cubierta de libro e ilustraciones del interior]. Fuente: Royal Collection Trust. Disponible en: <https://www.rct.uk/collection/search#/26/collection/1085787/metamorphosis-insectorum-surinamensium>

A través de sus trabajos de ilustración fue capaz de engrandecer el campo de la entomología.³ Su contribución fue más allá de la observación y la representación pictórica de los insectos: encontró durante su trabajo empírico varias especies de mariposas y escarabajos desconocidas que fueron bautizadas con su propio nombre.

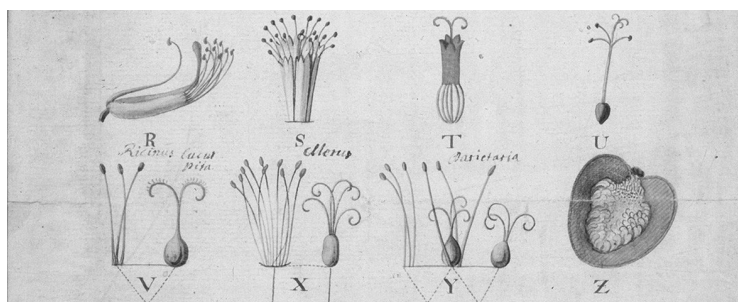


Figura 26. Ehret, G. (1736). Clasificación sistemática de especies de plantas en *Systema Naturae* por Carl Linnaeus [acuarela]. Fuente: Natural History Museum. Disponible en: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/departments-and-staff/library-and-archives/collections/linnaean-collection.htm>

Carl Linnaeus, científico sueco, se presenta con un sistema de clasificación absolutamente revolucionario: ordenó el mundo vegetal en 24 especies según su sexo (estambres y pistilos, entendi-

3. Entomología: disciplina integrada dentro de la zoología que trata sobre el estudio de los insectos.

dos como órganos masculinos y femeninos respectivamente). Utilizó como referente y citó hasta en 130 ocasiones los trabajos de M. Sibylla Merian, siendo este sistema sexual linneano la temática publicada en su *Systema Naturae* (1735). Compiló unas 6.000 especies vegetales de todo el mundo y las clasificó sistemáticamente en forma latina, es decir, utilizó la nomenclatura binomial marcando un hito en el campo naturalista.

La acuarela, en este caso, sirvió para retratar la novedosa forma de clasificación de plantas y animales en géneros y especies. Una vez más, la composición visual para la comprensión súbita, incluso en otras áreas de experimentación científica como la botánica o la zoología.

Y es entonces cuando el siglo XX rompe con la tradición pictórica de retratar la ciencia a través de pinturas o dibujos. Aparecen sistemas más refinados y con mayor precisión técnica, ofreciendo a los científicos un grado de validez aún mayor y sin tanto margen de interpretación. En 1895, el físico alemán Wilhelm Röntgen ya había oficialmente formalizado la aparición de los rayos X retratando la mano de su esposa, por cierto, obteniendo con el hallazgo el Premio Nobel de Física en 1901.



Figura 27. (Izquierda) Röntgen, W. (1895). Fotografía de la mano de la mujer de Röntgen, negativo rayos X. (Central) Radiografía sin título de los dientes, rayos X. (Derecha) Radiografía sin título de un alfiler en cuerpo infantil, rayos X.

Fuente: (Izquierda) Science Museum Group Collection. Disponible en: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/medicine/understanding-bodily-functions> (Central) NASA. Disponible en: https://science.nasa.gov/ems/11_xrays (Derecha) NASA. Disponible en: https://science.nasa.gov/ems/11_xrays

Las ventajas que le proporciona a la medicina esta enorme energía con longitudes de onda, infinitamente inferiores a los rayos ultravioleta, le permiten vislumbrar la apariencia interna del cuerpo humano, por ejemplo. La densidad ósea absorbe más cantidad de rayos X que la que tiene la piel; por ello, al ser fotografiada, la sombra de los huesos que se produce se queda fijada en el material fotosensible utilizado (National Aeronautics and Space Administration, 2010).

En la década de los sesenta, el científico-fotógrafo sueco Lennart Nilsson ofrece una visión absolutamente inédita del desarrollo de un feto, concretamente de 18 semanas, aportando al campo de la ciencia aquello que trascendía la especulación, por supuesto, entendido este último concepto como reflexión exclusivamente teórica. La revista *LIFE*, en su edición del 30 de abril de 1965 titula «Drama of life before birth» (drama de la vida antes del nacimiento) e ilustra con la más impactante de las imágenes correspondientes a un embrión en el interior de su madre (Lennart Nilsson Photography).



Figura 28. (Izquierda) Nilsson, L. (1965). Portada revista *LIFE* «Drama of life before birth» [fotografía endoscópica]. (Derecha) Nilsson, L. (1965). Feto, dieciséis semanas, serie 'A Child Is Born' [fotografía endoscópica]. Fuente: (Izquierda) Nilsson, L. Disponible en: <http://www.lennartnilsson.com/lennart-nilsson-the-beginning/> (Derecha) Nilsson, L. Disponible en: <https://www.ft.com/content/b6ad869e-a8ff-11e5-9700-2b669a5aeb83>

A través de la exploración con instrumentos provistos con sistema de iluminación y cámara, es decir, endoscopia, L. Nilsson fotogra-

fió algo complejo pero bastante gráfico que facilitó, sin dilación, el entendimiento. Adaptó ópticas especiales a esos artilugios endoscópicos y desarrolló, junto con Zeiss o Jungner Optiska, los más innovadores métodos para la captura de fotografías científicas.

La revista *Life* realizó una tirada de 8 millones de ejemplares, agotándose rápidamente y convirtiendo a esta edición en la más rentable de la historia de la revista, incluso por delante del hombre en la Luna y del asesinato del presidente Kennedy. La opinión pública acababa de demostrar a la ciencia el enorme interés que era capaz de suscitar cualquier hallazgo derivado del campo de la investigación.

El microscopio tiene una tradición centenaria; sin embargo, es preferible limitar cierta temporalidad —pongamos siglo XX— para así abordar la cuestión de cierto artilugio y su participación a la hora de capturar fotografías de y para la ciencia. La microscopia, entendida como la contemplación de objetos bajo grandes aumentos ópticos, en su fase contemporánea incipiente ofreció la posibilidad de ver aquello que por su rango de resolución era invisible al ojo humano. Para poder observar en detalle elementos mínimos —independientemente de su naturaleza— se debe utilizar este sistema infinito de ampliación.

Desde lo más básico —según el número de lentes convergentes— nos encontramos: aquellos que utilizan una sola (monoculares) y los que utilizan dos (microscopios compuestos). Sin embargo, no sólo la ampliación y, por lo tanto, número de aumentos va a ser lo más importante para observar imágenes de máxima resolución sino que tendrán que tenerse en cuenta conceptos como la longitud de onda⁴ y la apertura del diafragma⁵ que tenga la óptica utilizada.

-
4. Longitud de onda: es un concepto físico ligado al espectro visible, es decir, al espectro electromagnético de la luz que los seres humanos pueden percibir de forma natural. La unidad de medida es el metro y el ojo humano tiene la capacidad de ver entre 400 y 700 nanómetros. Las longitudes de onda superiores o inferiores a este rango son frecuencias imposibles de advertir (luz ultravioleta y la infrarroja).
 5. Apertura de diafragma: sistema sofisticado que permite regular la cantidad de luz que penetra en el objetivo de la cámara fotográfica, abriéndose o cerrándose en función de las condiciones lumínicas. Se mide en números f y el funcionamiento es el equivalente al iris del ojo humano.

El Instituto de Parasitología y Biomedicina establece una posible tipología concreta sobre el modo de retratar a partir de la microscopia (IPB-CSIC, revisado en 2020): por un lado, la microscopia de ópticas normales que tras teñir el material se aumenta el contraste para así detectar información relevante: (a) microscopios de campo brillante para detectar texturas cromáticas naturales (Zeiss); (b) microscopios en contraste de fase para examinar, principalmente, tejidos vivos (muy recurrentes en biología y medicina) donde a través del contraste de las zonas de mayor y menor intensidad lumínica se extrae la información (Leica Microsystems, 2011); (c) microscopia diferencial de contraste de interferencia para proyectar sombras a partir de luz polarizada, por ejemplo, tratamientos de fertilización *in vitro*.

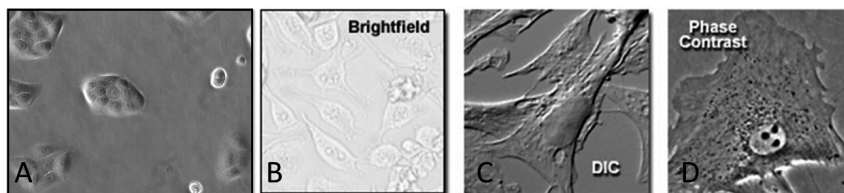


Figura 29. [A] Microscopia de campo brillante, diferencial de contraste de interferencia y contraste de fase. [B, C, D] Microscopia de campo brillante, diferencial de contraste de interferencia y contraste de fase. Fuente: [A] Leica Microsystems. Disponible en: <https://www.leica-microsystems.com/science-lab/phase-contrast> [B, C y D] Zeiss. Disponible en: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/articles/livecellimaging/techniques.html>

Por otro lado, nos encontramos la microscopia de fluorescencia, donde las sustancias naturales son estimuladas por fuentes lumínicas para provocar rayas luminosas a través de la energía absorbida. Esta tipología técnica tan ampliamente utilizada para engrandecer objetos invisibles es fácil encontrársela en campos como la biología. Su alta sensibilidad es muy útil para capturar sustancias en condiciones de luz escasa.

El alcance y las posibilidades de la microscopia de fluorescencia son infinitas y pueden ir desde la observación de la distribución de una sola especie de molécula dentro de una célula hasta

la observación de procesos intercelulares. Esta tecnología ofrece una enorme resolución (Leica Microsystems, 2020).

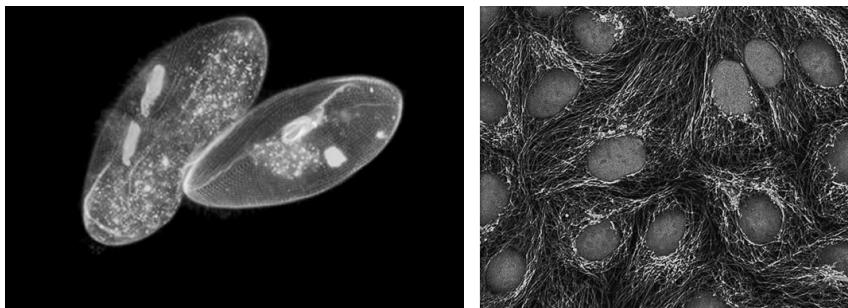


Figura 30. Microscopia de fluorescencia. Fuente: (Izquierda) Leica Microsystems. Disponible en: <https://www.leica-microsystems.com/solutions/life-science/fluorescence/> (Derecha) New York Microscope Company. Disponible en: <https://www.microscopeinternational.com/what-is-a-fluorescence-microscope/>

El microscopio confocal obtiene imágenes tridimensionales a través de un sistema de enfoque en la iluminación en el que se toman, inicialmente, varias imágenes bidimensionales. A través de este sistema, los investigadores pueden estudiar desde organismos diminutos hasta el desarrollo de embriones de animales. Con ello se obtienen imágenes de alta resolución y permite conseguir una idea visual más clara de la estructura y función macro, celular e incluso estructuras más elementales que la propia célula. Además, se pueden utilizar aumentos hasta de $\times 150$ y capturas de imágenes de hasta 400 FPS⁶ para capturas de muestras de células o bacterias (The Centre for Microscopy and Imaging at NUIG).

Otros tipos de microscopios ópticos compuestos son: los estereomicroscopios, que ofrecen una vista tridimensional de una muestra a partir de dos ópticas separadas y comúnmente utilizada para trabajar en tiempo real mientras se observa (microcirugía, diseccionar, limpieza de fósiles...) (New York Microscope Company, 2020); microscopios de luz ultravioleta, que generan

6. FPS: fotogramas por segundo. Traducción literal del inglés *frames per second*.

imágenes en la región UV (ultravioleta), son superiores a los microscopios de rango visible normal y al usar las longitudes de onda más cortas de la luz UV se produce una resolución de imagen más alta que con las longitudes de onda más largas de luz de rango visible.

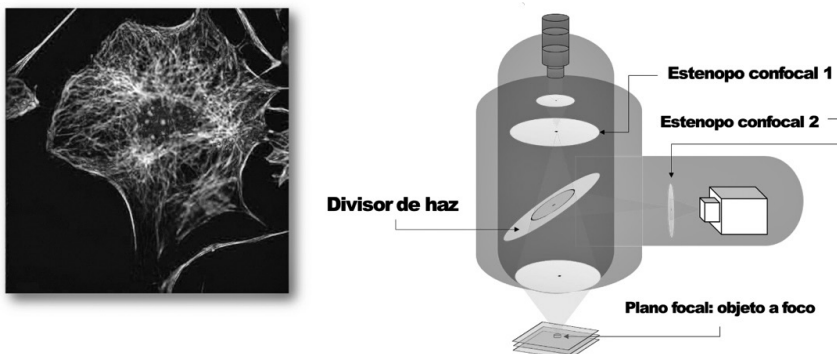


Figura 31. (Izquierda) Microscopia confocal. (Derecha) Componentes y comportamiento del microscopio confocal.
Fuente: (Izquierda) Centre for Microscopy and Imaging at NUI Galway. Disponible en: <http://www.imaging.nuigalway.ie/equipment/confocalsystems.html> (Derecha) Elaboración propia.

8.4. Fotografía científica de última generación

Se ha decidido establecer una categoría relativa a la fotografía científica más reciente porque en este primer trimestre del año 2020 se está produciendo un consumo masivo de imágenes científicas, de enorme repercusión a nivel mundial y sin precedentes en el campo de la ciencia; un área absolutamente restringida y enormemente exclusiva. Nos estamos refiriendo a la aparición de la COVID-19.

A través de las imágenes que los institutos de investigación están proporcionando a los medios y a la ciudadanía, se puede ayudar a la comprensión súbita de, al menos, la morfología y apariencia que posee el concepto que más nos preocupa en estos últimos meses.

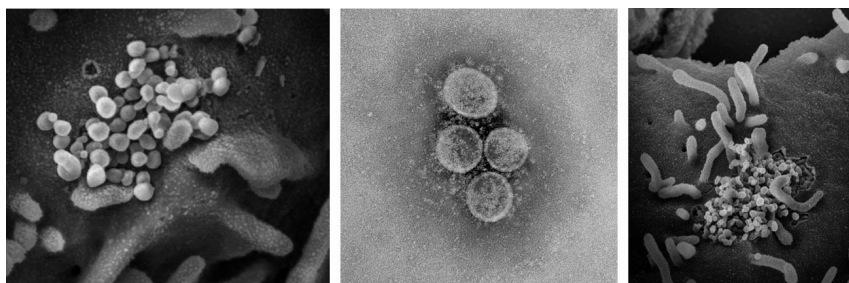


Figura 32. (Izquierda) COVID-19 y el virus que la causa (SARS-CoV-2). Microscopia electrónica de barrido. (Central) Transmisión de partículas del virus SARS-CoV-2, aislada de un paciente [micrografía electrónica]. (Derecha) SARS-CoV-2 derivadas de células cultivadas en el laboratorio. Microscopia electrónica de barrido.

Fuente: National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID). (Izquierda) <https://www.niaid.nih.gov/news-events/novel-coronavirus-sarscov2-images> (Central) <https://www.niaid.nih.gov/news-events/novel-coronavirus-sarscov2-images> (Derecha) <https://www.niaid.nih.gov/news-events/novel-coronavirus-sarscov2-images>

En el caso de la imagen de la izquierda, realizada por los Laboratorios Rocky Mountain (RML) del NIAID en Hamilton, Montana, se aprecia el aspecto del nuevo coronavirus (SARS-CoV-2, anteriormente conocido como 2019-nCoV) con sus microscopios electrónicos de barrido (NIAID, 2020). Como fase posterior a la captura de la imagen, la oficina de artes visuales de medicina visual de la misma institución trató digitalmente las imágenes; la imagen central consiste en micrografía electrónica de transmisión de partículas del virus SARS-CoV-2, aislada de un paciente. Al igual que la imagen izquierda, la fase siguiente a la captura consistió en la mejora técnica realizada en el Centro de Investigación Integrada (IRF) del NIAID en Fort Detrick, Maryland; la imagen derecha, tomada a través de un microscopio electrónico de barrido muestra el SARS-CoV-2 derivado de las células cultivadas en laboratorio, imagen también capturada y coloreada en los Laboratorios Rocky Mountain (RML) del NIAID en Hamilton, Montana.

La opinión pública logra entender de forma visual lo que representa el concepto coronavirus: los picos que aparecen en la su-

perficie de esta tipología de virus son los encargados de dar nombre al mismo. Además, para mayor comprensión, se repara en que la casi totalidad de los coronavirus tendrán esta apariencia.

Por otro lado, nos encontramos los llamados satélites de tele-detección. Éstos no sólo son una herramienta fundamental de observación sino que, además, son el claro ejemplo de cómo podrá afectar la ciencia al seno de la vida del ciudadano convencional. A través de la información fotográfica se predicen tanto accidentes atmosféricos como ayuda para el control de la agricultura (Cookson, 2015).

A través de las imágenes que nos brinda el telescopio Hubble de la NASA, se nos permite entender qué supone contemplar un concepto abstracto, relativo al tiempo y al espacio, siendo incuantificable el valor de la imagen fotográfica. Se obtienen datos concretos para el conocimiento científico: diámetros y distancias relativas de las nebulosas, a cuántos años luz reside, localización de las ondas expansivas... (NASA Science, 2015).



Figura 33. Imagen tomada por el telescopio espacial Hubble de la nebulosa de la vela (restos de la explosión de una estrella masiva, tras 8.000 años). Fuente: NASA. Disponible en: <https://www.nasa.gov/image-feature/veil-nebula-supernova-remnant>

Como hemos podido vislumbrar en este apartado del monográfico, la ciencia posee una personalidad cambiante y dinámica en su definición. La ciencia de hoy es muy diferente a la del pasado y aún más de aquélla que está por venir. Es un concepto producto de nuestra cultura y, simplemente, por esta razón no es posible establecer una única definición. Huyamos pues de la denominación universal.

No se considera ciencia, únicamente, al conocimiento adquirido y recogido tras una intensa labor indagadora. También lo son los instrumentos, los individuos, instituciones e incluso herramientas que hacen posible la ampliación del saber (Dear, 2006), por ello, ¿cuál ha sido aquí la pertinencia de la fotografía? La captura de la realidad —es decir, la fotografía— no es sólo necesaria para enseñar al mundo la existencia de la evidencia sino que incluso puede formar parte del propio proceso indagador. El estudio del movimiento de un caballo que realizó Muybridge⁷ a partir de 1872 pretendió dar una explicación científica que identificase el momento preciso del trote équido en el que las 4 patas simultáneamente se encuentran suspendidas en el aire y sin punto de sujeción. Sin la herramienta fotográfica se hubiese hecho muy complicada la observación y, por lo tanto, la respuesta a la premisa planteada. En este caso, la ciencia se valió de la realidad visual para aceptar la tesis planteada por Leland Stanford.⁸

Por un lado, la fotografía resultó como fruto de métodos experimentales; por otro lado, la fotografía se comporta en muchas ocasiones como pieza clave para el desarrollo científico. En el pasado fue a través de la química y hoy a partir de procedimientos digitales capaces de transformar la información lumínica en forma numérica. La relación entre la práctica científica y la fotográfica es inquebrantable y simbiótica. Eso sí, siendo de suma importancia la conservación de las imágenes generadas capaces de

7. Eadweard Muybridge (1830): fotógrafo británico, pionero en estudios fotográficos de movimiento y en proyección de imágenes en movimiento.

8. Leland Stanford (1824): magnate y senador de California. Responsable del primer ferrocarril transcontinental de Estados Unidos. Fundador de la Universidad de Stanford en 1895.

mostrar los resultados de las investigaciones. La fotografía, entendida como patrimonio gráfico, requiere ser custodiada si lo que se pretende es perdurabilidad temporal. Para ello, es necesaria la existencia de políticas sensibles que apoyen este tipo de iniciativas que miran al futuro. Hoy, con el lenguaje digital, se requiere de importantes repositorios y técnicas de conservación de la información. El material resulta tremendamente vulnerable —no más que la fotografía química— y la despreocupación ante la posibilidad de pérdida podría tener consecuencias irreparables.

8.5. Conclusiones

1. La fotografía generalista, entendida como disciplina, desde su nacimiento ha conformado un lenguaje absolutamente diferente siendo capaz de vincular directamente a los protagonistas del proceso visual (emisores y receptores). Todos los géneros que incluye la fotografía —desde el fotoperiodismo hasta la fotografía artística contemporánea— han integrado un modo de trabajo específico, absolutamente vinculado a su categoría. Por ello, la fotografía científica goza del mismo privilegio: desempeñar un rol muy preciso en cualquier labor investigadora.
2. Es imprescindible reivindicar el carácter plástico de la fotografía, por supuesto. No por ello se debe concebir únicamente como una mera herramienta que retrata lo observado. Disponer de este pensamiento lo único a lo que nos conduce es al tratamiento superficial de una disciplina absolutamente única, que cambió el curso de la pintura y la narración histórica y hoy es capaz de explicar desde el funcionamiento del cuerpo humano en su mínima expresión hasta la apariencia de los agujeros negros.
3. La fotografía no sólo se comporta como un concepto clave en la investigación científica —por ejemplo, para la observación del objeto— sino que, además, se va a convertir en el principal vehículo para la transmisión de la información recabada a través de la visualización de los resultados obteni-

- dos; probablemente de modo más preciso y creando menos ambigüedades en el entendimiento del discurso científico.
4. La imagen no es una verdad absoluta; la fotografía científica es una realidad moldeable, flexible, nos acerca galaxias y nos muestra detalles minimizando hasta una billonésima parte de un metro. Además, se colorea, se recompone, se distorsiona, crea aberraciones cromáticas o esféricas... y todo ello para concluir en algo muy preciso: acercar el conocimiento y aplicarla al seno de la vida social.
 5. La ciencia nos advierte desde hace tiempo del cambio de paradigma informativo, situando a la fotografía en primerísima línea de la investigación científica. Esta última no sólo apoya visualmente las teorías demostradas de forma teórica y numérica sino que, incluso, puede comenzar siendo el propio objeto de estudio. Se convierte en el principal agente emisor de información y, de hecho, se exige un cambio radical de concepción relativa a la expresión y el carácter que desempeña.
 6. La ciencia posee un fin último profundamente asumido y referido a la responsabilidad social, a la divulgación de los hallazgos obtenidos y a la aportación de conocimiento. El fin primordial de la ciencia es encontrar explicación a cualquier dilema de la vida; el objetivo de la fotografía en la ciencia es acompañar al estudio y facilitar el entendimiento.
 7. La ciencia creó la fotografía y la fotografía aporta y crea ciencia, conformando así un sistema que se retroalimenta históricamente.

8.6. Referencias

- Aubert, M.; Brumm, A.; Ramli, M., *et al.* (2014). «Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia», en *Nature*, 514, págs. 223-227. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature13422>
- Cookson, C. (2015). «Science and photography: a special issue», en *Financial Times*. Disponible en: <https://www.ft.com/content/b6ad869e-a8ff-11e5-9700-2b669a5aeb83>

- Clery, D. (2019). «Darkness made visible», en *Science*, (6472), págs. 1434-1435. Disponible en: <https://vis.sciencemag.org/breakthrough2019/finalists/#Darkness-made-visible>
- Dear, P. (2006). *The Intelligibility of Nature: How Science Makes Sense of the World*, University of Chicago Press.
- Event Horizon Telescope (2020). *Something is Lurking in the Heart of Quasar 3C 279*. Disponible en: <https://eventhorizontelescope.org/>
- Griffith University (n.d). *Oldest known figurative cave art discovered in Borneo*. Disponible en: <https://news.griffith.edu.au/2018/11/08/oldest-known-figurative-cave-art-discovered-in-borneo/>
- Hart, A. (2011). *Georg Ehret's original drawing to illustrate Linnaeus' sexual system of plants*, Natural History Museum. Disponible en: <https://www.nhm.ac.uk/natureplus/community/library/blog/2011/04/01/item-of-the-month-no-8-april-2011-georg-ehrets-original-drawing-to-illustrate-linnaeus-sexual-system-of-plants.html>
- Instituto de Parasitología y Biomedicina (2020). *Tipos de microscopia*, CSIC, Granada. Disponible en: https://www.ipb.csic.es/servicios/Microscopia/uploads/3/6/2/2/3622788/microscopia_a_grandes_rasgos.pdf
- Jardín Botánico-CSIC (2007). *Linneo cumple 300 años*, CSIC. Disponible en: <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/ferias/feria07.pdf>
- Johnson, G. (2008). *Los diez experimentos más bellos de la ciencia*, Arial.
- Leica Microsystems (n.d). *Fluorescence Microscopy*. Disponible en: <https://www.leica-microsystems.com/solutions/life-science/fluorescence/>
- Leica Microsystems (2011). *Phase Contrast: Making Unstained Phase Objects Visible*. Disponible en: <https://www.leica-microsystems.com/science-lab/phase-contrast/>
- Lennart Nilsson Photography (n.d). *Lennart Nilsson-The Beginning*. Disponible en: <http://www.lennartnilsson.com/lennart-nilsson-the-beginning/>
- Martín, B. (2019). «La primera “foto” de un agujero negro es el avance científico del año», en *El País*. Disponible en: <https://>

- elpais.com/elpais/2019/12/19/ciencia/1576754959_575671.html
- NASA Science (n.d). *Tour of the Electromagnetic Spectrum: X*-. Disponible en: https://science.nasa.gov/ems/11_xrays [Acceso el 27 de abril de 2020].
- NASA Science (2015). *Veil Nebula Supernova Remnant*. Disponible en: <https://www.nasa.gov/image-feature/veil-nebula-supernova-remnant>
- National Aeronautics and Space Administration, Science Mission Directorate (2010). *X-Rays*. Disponible en: http://science.nasa.gov/ems/11_xrays [Acceso el 7 de abril de 2020].
- National Institute of Allergy and Infectious Diseases (2020). *New Images of Novel Coronavirus SARS-CoV-2 Now Available*. Disponible en: <https://www.niaid.nih.gov/news-events/novel-coronavirus-sarscov2-images>
- Sandler, M. W. (2018). *Apollo 8, the mission that changed everything*, Candlewick, Somerville, MA.
- Science Museum (2019). *Understanding bodily functions*. Disponible en: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/medicine/understanding-bodily-functions>
- The Centre for Microscopy and Imaging at NUIG (n.d). *Confocal Microscopy*. Disponible en: <http://www.imaging.nuigalway.ie/equipment/confocalsystems.html>
- Zeiss (nd). *Education in Microscopy and Digital Imaging*. Disponible en: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/articles/livecellimaging/techniques.html>

9

Comunicar la ciencia con vídeos

Ernesto Taborda-Hernández¹

Ideas clave

Para hacer un uso adecuado del vídeo en tus planes de comunicación debes:

- Diseñar proyectos de vídeos desde una puesta en escena controlada por los investigadores principales y diseñados especialmente para la investigación.
- Diseñar vídeos en varios formatos dirigidos a diferentes audiencias, corto (de 1 a 2 minutos), medio (de 2 a 5 minutos) y largo (de 5 a 20 minutos), para así focalizar la audiencia y hacer más efectivos los mensajes.
- Crear tus propios canales dentro de las plataformas para aumentar los visionados.
- Incluir el vídeo científico en los presupuestos de los proyectos de toda investigación científica para lograr una comunicación eficaz de origen, así como el comunicador audiovisual.

1. Doctor en Comunicación audiovisual y profesor de tecnologías audiovisuales, Universidad Rey Juan Carlos.

9.1. Introducción

En el contexto actual, la difusión de contenido por internet y las redes sociales (RRSS) se ha vuelto más importante y significativo y, sobre todo, relevante. Por necesidad, la educación *online* o no presencial se ha visto obligada a implantarse rápidamente y a adaptarse por las condiciones en las que nos hemos visto envueltos. Esto ha traído como resultado que las perspectivas de uso y de transmisión de conocimiento se vean obligadas a adaptarse a los nuevos tiempos.

La difusión en vídeo de contenido científico (resultados de investigaciones, hallazgos, etc.), así como educativo (contenido específico, actividades o clases) son necesarios tanto para el avance de la ciencia como de la educación. Al mismo tiempo, la calidad del material, así como del contenido, debe mantener unos mínimos de calidad para preservar su eficacia (De Lara y García-Avilés, 2019; Lorenzo, Gutiérrez y Berríos, 2019).

La comunicación de la ciencia resulta complicada en ambientes donde no genera mucho interés o no hay implicación directa. El gran público es el objetivo perseguido por cualquier plataforma o medio de difusión, siendo éstos de vital importancia (Anderson y Aceituno, 2019).

Es evidente la relación entre investigación, educación y ciencia, y la necesidad de divulgarla para que llegue a la mayor audiencia posible a través de los diferentes medios de difusión. De esta relación, de su fortaleza y solvencia, debe salir como resultado un nivel creciente de eficacia comunicativa que se debe fomentar e incentivar por las instituciones, académicas y de investigación. Según el último informe publicado por el FECYT (2018) sobre percepción social de la ciencia «Internet es la primera fuente de información científica para un 40,3% de los ciudadanos... pero es la televisión la fuente más consultada cuando se cita más de un medio para estar informado en ciencia, con un 75,7%, frente al 63,4% de internet.» (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2018).

La comunicación y la tecnología, históricamente, siempre han estado relacionadas, al igual que la ciencia y la tecnología. García

(2019) propone la comunicación de la ciencia y la tecnología como apropiación social del conocimiento. Ambas se entienden como «herramientas personalizadoras y creadoras de cambios» (Mañas y Roig-Vila, 2019, pág. 77) que mantiene una relación vinculante, ya que la comunicación usa a la tecnología para expresarse y ésta como tal es ciencia. La relación manifiesta entre ambas debe terminar en la eficacia del mensaje, del contenido, sin olvidar que durante todo el siglo XX la comunicación y la tecnología han avanzado de manera notoria hasta el punto de que en ese periplo la comunicación se hace ciencia (Martín-Serrano, 2019).

La tecnología es, entre otras cosas, la aplicación de herramientas, lenguajes, técnicas y procesos producidos por los conocimientos científicos y su interacción en nuestras vidas (Mañas *et al.*, 2019; García, 2019). A su vez, la comunicación es el intercambio de información, mensajes y conocimiento entre las personas desde diferentes canales, medios y plataformas. La eficacia comunicacional depende, básicamente, del canal (medio), del mensaje (contenido) y de la estrategia que se emplee para difundir.

La comunicación como interacción es la mayor manifestación social que se puede experimentar. La interacción interpersonal por medios digitales se ha manifestado en épocas recientes, incrementándose exponencialmente, ya que siempre ha quedado eclipsada por los medios y diferentes canales por donde aceptamos y consumimos grandes contenidos de información. Dicha interacción es un valor para tener en cuenta en la transferencia científica y en la comunicación eficaz.

En el diseño y adaptación de formatos para la difusión se convierte en necesaria la aplicación de los conocimientos de comunicación audiovisual para construir vídeos que gracias a su impecable realización a nivel narrativo logren comunicar el contenido científico de las investigaciones y proyectos a una audiencia determinada. Esta confluencia permitirá a la comunicación ser eficaz porque gracias a la narrativa, técnicas y procesos, el mensaje se transmitirá y cobrará un sentido mayor.

9.2. Vídeo científico y comunicación eficaz

En la actualidad, tanto el vídeo científico como el educativo han tenido un gran auge en generación de contenido así como de difusión. La CEO de YouTube, Susan Wojcicki, afirma que millones de personas recurrieron a YouTube para aprender algo nuevo. Google anunció en octubre de 2018 su inversión de 20 millones de dólares a su iniciativa de YouTube learning, con la cual contrató los servicios de creadores como The Verge y TED-Ed para que elaboraran aún más contenido educativo —desde vídeos explicativos, lecturas, etc.— de los que ya hacían (Hootsuite, s.f).

Los dos han estado relacionados y muchas veces se confunden. El vídeo científico se emplea para comunicar resultados de investigaciones o para difundir la ciencia, y en este punto entra el vídeo educativo como herramienta técnica para fomentar la enseñanza o como metodología de aprendizaje, el llamado aprendizaje basado en vídeo (ABV) (ScolarTic, s.f). Éste promueve metodologías activas basadas en contenidos en vídeos que generen interés y capten la atención del alumnado. Ángel González de la Fuente, en el Curso de Aprendizaje Basado en Vídeo, edición 2020, especifica que la relación entre la clase magistral y las metodologías activas basadas en vídeo es el tiempo en relación al contenido. Es decir, el tiempo que usamos para explicar un concepto está relacionado con la eficacia del mensaje.

En este sentido, la comunicación de la ciencia, sea para difusión de contenidos científicos divulgativos o bien educativos, debe responder a unas estrategias claras extraídas de las herramientas de comunicación.

El uso de estos vídeos varía desde contenidos muy especializados como videoartículos, que no están dirigidos al gran público sino a comunidades científicas muy concretas, o los que están dirigidos al gran público que sí deben respetar ciertas normas para una comunicación eficaz, como la brevedad, la facilidad de comprensión y el contenido meramente informativo. Según De Lara *et al.* (2019) «la transmisión de conocimientos complejos mediante herramientas accesibles al público es el gran objetivo de los periodistas y divulgadores.» (pág. 188), lo que hace necesari-

rio conocer las tipologías, formatos y, sobre todo, la narrativa que mejor funcionan en la transmisión de conocimientos.

Se recomienda que los vídeos científicos *online* combinen el aspecto de entretenimiento y el rigor científico (De Lara *et al.*, 2019, pág. 199), pero la función de cada vídeo no es la misma porque el público al que va dirigido no es el mismo. La tipología del vídeo científico responde a la audiencia a la que va dirigida y a través de qué canal se distribuye y en qué plataforma. Así sea un vídeo dirigido a un grupo de especialistas en enfermedades infecciosas presentando un último descubrimiento en un canal universitario o uno destinado a explicar cómo resolver un problema de física en un canal de YouTube, la narrativa audiovisual debe proporcionar las herramientas necesarias para la comunicación eficaz sin necesidad de involucrar la variable lúdica.

Si se parte de la idea de que toda estructura narrativa bien contada debe ser eficaz y entretenida, la clave son los recursos expresivos que se utilicen para contar, alejando elementos lúdicos para evitar el exceso de gamificación en la comunicación científica eficaz.

9.2.1. Comunicación eficaz: estrategias, canales, propósito

Comunicar ciencia es un género periodístico y comunicacional que parece estar en pleno auge o ha repuntado, si alguna vez estuvo en primera línea. En los últimos años las instituciones han hecho mucho hincapié en la necesidad de reforzar el conocimiento científico en la enseñanza básica para que en el futuro tenga un mayor impacto en la sociedad. El periodismo científico está adquiriendo gran importancia en la sociedad y el surgimiento de agencias especializadas en la materia está generando mucho tráfico en los medios de comunicación tradicionales y emergentes.

Dentro del concepto de comunicación eficaz ya existe un propósito explícito: lograr que el mensaje llegue al mayor número posible de audiencia. El conocimiento de la ciencia es el mensaje, la principal estrategia para su eficacia, como afirman en Recercom.com, es

que la ciencia se tiene que explicar de manera sencilla, «sin tecnicismos, con contenidos amenos, poco espesos y con formatos realmente atractivos» (Recercom, s.f). El público debe entender de manera clara el mensaje, pero teniendo en cuenta que es contenido divulgativo, hay que buscar la manera en que se pueda acceder a la información completa una vez que se tenga a la audiencia cautiva y no quedarse sólo en la difusión.

Los medios de comunicación son los principales espacios en la participación de la divulgación científica. El periodismo científico es el área especializada que utiliza un lenguaje más claro, sin la utilización de tecnicismos, generando un relato que permite dar una información general dirigida a todos los públicos no especializados. (Anderson y Aceituno, 2019, pág. 5). De manera que los canales de difusión deben estar relacionados con las instituciones que lo comunican y, si son individuales o personales, hay que hacer un refuerzo de las fuentes y las referencias de los datos para que tenga mayor solidez, resaltando la labor de los medios especializados que conjunta todas estas iniciativas.

9.2.2. Datos en la red

El tráfico en la red contiene una cantidad de datos de cálculo difuso. En cambio, los datos de las plataformas de vídeo son muy claros y representan un volumen de información irrefutable. La plataforma más popular y de mayor tráfico es YouTube con más de 2.000 millones de usuarios, sus espectadores pasan 1.000 millones de horas al día de visionado en la plataforma y tienen entre 18 y 34 años en su mayoría (YouTube, s.f).

Según el Informe de Consumo de televisión realizado por Barlovento Comunicación, los consumidores entre 18 y 24 años han estado visionando contenidos en la plataforma un total de 82 minutos en el mes de marzo, de un total 4 horas y 17 minutos, que corresponde al 32% del total. La televisión lineal sigue siendo la de mayor consumo pero teniendo en cuenta dónde se van las mayores audiencias de la televisión, resulta alentador que parte de ese porcentaje de YouTube sea buscando contenido para aprender algo.

Los datos no hacen más que reflejar unas claras tendencias, pero también reflejan vacíos que deben ocupar contenidos realizados por profesionales, diseñados usando el lenguaje audiovisual y la estructura narrativa que ayuden a comunicar de la mejor forma los contenidos generados.

De otra forma, los datos seguirán aumentando pero en poco tiempo tendremos que hacer un balance y estudiar la calidad de los contenidos generados por las plataformas y las redes sociales; y seguramente los datos no serán los esperados con respecto a la comunicación institucional, de medios masivos de contenidos divulgativos e informativos. La comunicación de la ciencia es un contenido emergente dentro de las plataformas de vídeo como YouTube.

9.3. Propuestas narrativas aplicadas

Lo audiovisual es una rama de la comunicación como ciencia, aplicada a ese aspecto específico donde imagen y sonido se involucran para generar contenidos llevados a cabo por la producción audiovisual y que tienen como soporte teórico y formal la narrativa audiovisual.

La narrativa representa una serie de elementos conceptuales y estructurales que dejan configurar un discurso y transmitir o expresar un mensaje, idea, concepto, etc. Una estructura se puede entender como una serie de pasos, etapas que se deben recorrer para llegar a un fin, al igual que el método científico. Si se estudia el método científico en etapas, se verá la estrecha relación estructural con la narrativa.

La estructura narrativa básica es: planteamiento, nudo y desenlace. Guarda una estrecha vinculación con la observación, hipótesis, experimentación, teoría y conclusiones del método científico. El planteamiento tiene una relación directa con la observación, hipótesis y parte de la experimentación, que se junta con el nudo de la estructura narrativa y la teoría del método científico. Y por último, el desenlace, unido a las conclusiones, cierran los elementos discursivos.

En este caso, la narrativa y la comunicación audiovisual están al servicio de la ciencia y su divulgación. La ciencia necesita de un discurso, las investigaciones necesitan de una historia, contarla, de quién investiga. Muchas veces el discurso adquiere sentido si hay un agente que hace avanzar la historia, es decir, un personaje que suele ser el investigador como autor de la investigación.

9.3.1. Estructuras narrativas

Los grandes teóricos de la narrativa audiovisual y cinematográfica, dejando a un lado los grandes narratólogos y estudiosos de la narrativa literaria, han creado las bases sólidas para que hoy se pueda estudiar y aplicar estructuras narrativas a los relatos audiovisuales. Barthes (1986), Casetti (1994), Chatman (1990), García Jiménez (1993), Genette (1969) y Aumont (1990), entre otros, han debatido sobre las bases de la estructura narrativa adaptando herramientas para poder contar con solvencia un hecho, acontecimiento o acción.

El enfoque narrativo como modo de vida también tiene su aplicación a la ciencia. Esa capacidad o virtud de convertir todo en historia, argumentando que toda acción humana posee una estructura narrativa, que se puede hacer historia, que se puede contar. Partiendo de esa premisa, todo acontecimiento científico es susceptible de ser narrado con una estructura que permita una comunicación eficiente.

Cuando se emprende una investigación, normalmente se emplea el método científico y cuando se comienza a plantear avances y a publicar se remite a las publicaciones científicas especializadas, que «entre más renombre tiene una revista, el proceso de publicación es más complejo y la investigación debe tener una importancia considerable a nivel internacional» (Anderson *et al.*, 2019, pág. 6).

Esas publicaciones exigen una estructura estándar que contempla: introducción, materiales y métodos, resultados y discusión (IMRD), que soporta una comparativa con la estructura narra-

tiva (planteamiento, nudo y desenlace) e incluso con la estructura comunicacional y especialmente con el modelo de las 5WH de Laswell (1948).

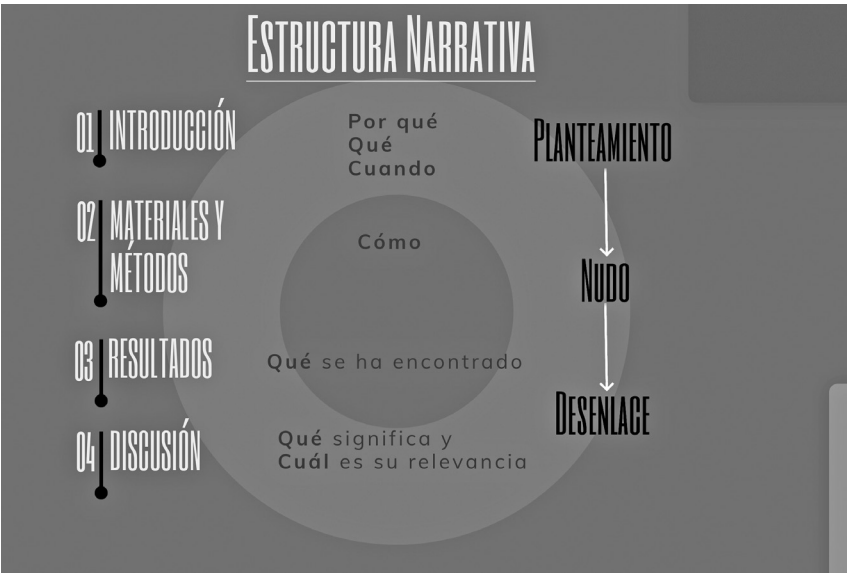


Figura 34. Estructura narrativa. Fuente: elaboración propia.

Toda introducción para un artículo científico implica preguntarse el por qué, el qué y el cuándo de la investigación, sobre todo si tenemos en cuenta el carácter divulgativo de dicha publicación. En este caso, cuando se escribe un artículo como resultado de una investigación de mayor envergadura, la información suele ser muy telegráfica y directa por el caudal de datos que se obtienen. De igual forma, cuando la investigación es el artículo, las preguntas se deben hacer y responder, pero no son tan trascendentes. El planteamiento en la estructura narrativa implica exponer un problema o conflicto que responda a los interrogantes anteriores, pero también que conformen una cadena de acciones causales vinculadas que permitan que la trama avance.

La estructura de IMRD y el paradigma de Laswell (1948) se asemanan como una especie de escaletas estructurales. Desde este punto se deben generar los pulsos o nudos, es decir, las acciones que hacen que la historia fluya de manera amena, entretenida e intere-

sante. Las acciones también tienen un planteamiento-nudo-desenlace y la unión de acciones significativas construyen la historia.

En el caso del nudo, que es la parte media de la historia, contempla el desarrollo de la historia y por tanto de la investigación. Los materiales usados en la investigación y los métodos empleados cuadran con el desarrollo tanto de la historia como de la investigación. El cómo han ocurrido los hechos y cómo se ha hecho el trabajo.

Por último, los resultados, como el desenlace, que responde al qué se ha encontrado a manera de hallazgo. La meta del recorrido dramático de la historia.

La discusión que responde al qué significa y cuál es su aportación para el avance de la ciencia no se contempla como elemento interno de la estructura narrativa clásica pero se incluye en la propuesta estructural como epílogo reflexivo o como comentario anexo, pero no debe formar parte de la historia.

9.3.2. Realización

El proceso de elaboración audiovisual, es decir, la escritura del guion, rodaje y edición, se llama realización o producción, entre otros nombres. Es un proceso donde convergen la aplicación teórica-técnica de conocimientos narrativos que permiten expresar las ideas y conceptos encontrados en la investigación para plasmarlos en el guion.

«El vídeo forma parte del ecosistema digital de los medios de comunicación, de las redes sociales y de los universos virtuales de creación y consumo de contenidos a través de dispositivos tecnológicos.» (Rajas, Puebla-Martínez y Baños, 2018, pág. 331), lo que tiene como resultado multiplicidad de aplicaciones, usuarios, objetivos y públicos.

El método de trabajo puede responder a muchos criterios dispares, como afirma Esquerri (2010), pero para llegar a un vídeo científico de calidad, que reúna los principios básicos de la comunicación eficaz y de la narrativa, hay que seguir un proceso básico que se debe esquematizar.

Primero, en el proceso de convertir el contenido científico en historia hay que identificar los aspectos del discurso que serán el contenido de la estructura narrativa. Convertirlos en historia implica dotarlos de variables espaciotemporales que dejen construir acciones que fluyan como acontecimientos y establezcan una curva narrativa que vaya de un principio a un final, formando un arco lleno de acciones con contenido que cuenten la historia de manera clara y entretenida. Una historia bien contada nunca es aburrida y esta sentencia es válida para la ficción narrativa y también para la comunicación.

Segundo, síntesis de la investigación que reúna las variables o elementos más importantes de la investigación a modo de texto narrativo oral o como palabras clave, ya que puede ser leído como voz *over* o puede usarse como palabras clave en determinados momentos del vídeo, en función del género elegido. Dicho texto no debe ser únicamente el eje narrativo del vídeo científico, de manera que el vídeo sólo recree el texto, sino que debe ser un complemento textual o sonoro de la imagen en movimiento y juntos construir el discurso audiovisual.

Tercero, elaboración del guion describiendo las acciones que suceden en imagen y el texto según el formato del vídeo; para esto conviene elegir un guion a dos columnas sencillo, de acuerdo con las necesidades del formato.

Cuarto, en el proceso de producción-rodaje intervienen todos los recursos técnicos empleados para elaborar el vídeo. Equipo técnico: cámaras, trípodes, grabadoras de audio, micrófonos, luces, soportes de archivo de audio y vídeo, ordenadores, etc. Equipo humano: operadores de cámara y sonido, director, presentador (si el formato lo contempla) y montador, entre otros.

Quinto y último, el montaje y posproducción, que incluye darle la factura final en cuanto a tiempo y ritmo, así como incluir todos los elementos externos que completan la narración: imágenes fijas, rótulos, animaciones, etc.

De Lara (2019) acota que los parámetros técnicos del vídeo científico deben considerar como elementos fijos la calidad, que se oiga y se escuche bien, que esté bien editado y que sea breve (pág. 199). Este último aspecto es el que más polémica despierta

y básicamente depende del formato y del público al que se dirige, aunque la brevedad es una condición que muchos autores resaltan. No siempre tienen que ser breves para ser efectivos. Los consumidores de contenidos digitales huyen de los vídeos de duración extensa (Kaltura, 2016, pág. 21; Gértrudix, Rajas y Álvarez, 2017, pág. 294), pero las estrategias de fragmentar los vídeos en segmentos muchas veces resultan oportunas para interesar a la audiencia no especializada.

Igualmente, en este ecosistema del vídeo científico, donde resalta en primera fila el vídeo científico educativo, existen formatos o tipologías, por no llamarlos géneros. Muchos de ellos, muy populares en internet, son útiles para acercarse a público no especializado además de poder mezclarse con recursos expresivos/técnicos que hacen el contenido más dinámico.

- **Cómo hacerlo (*How to made*):** es uno de los contenidos más recurrentes en las plataformas y con lo que muchos *youtubers* han repuntado. Es el vídeo que cuenta cómo hacer algo específico de cualquier tema, desde cómo cambiar una persiana hasta cómo cambiar la pantalla de un ordenador con el enlace para comprar las herramientas incluido. Para agilizar y reducir la duración se suele usar la aceleración de la imagen para omitir las partes que no interesan.
- **Explicativos:** son vídeos que describen paso a paso cómo hacer algo, resolver un problema de matemáticas o explicar química orgánica. Los recursos expresivos más utilizados son el presentador/divulgador que explica a cámara en un plano medio sus hallazgos, apoyado con todos los recursos visuales sincronizados. Su éxito depende del talento o soltura del presentador. Otro muy vistoso pero usado en exceso es el *visual thinking*, casi que desaconsejado por el gran número de vídeos que se pueden encontrar en la red. También podemos usar el *stop motion*, *time lapse* o cualquier tipo de animación.
- **El modo presentador** debe ofrecer una serie de parámetros explicados por Rajas *et al.* (2019) y Gértrudix *et al.* (2018) aunque aplicados a los vídeos educativos o a contenidos audiovisuales de los MOOC. La idea de enfrentarse a la cámara

ra siempre es inquietante. Se debe mantener la naturalidad, expresarse con sencillez, enumerar y esquematizar las ideas para un fácil entendimiento, apoyarse con el mayor número posible de imágenes, mantener un ritmo rápido y estimular al espectador con la sorpresa, evitando el gag.

- Otros formatos: las entrevistas, charlas y conferencias suelen adaptarse para su difusión en las redes. La adaptación implica hacer un trabajo de posproducción que dinamice el contenido y lo haga competitivo en canales abiertos de las plataformas.

También se debe resaltar el uso de la voz en *off* o el voz *over*, muy útil cuando se es capaz de generar contenido audiovisual propio de la investigación para su divulgación. Igualmente, el vídeo divulgativo autoproducido por los investigadores o encargado a profesionales puede ser el punto de inflexión para la comunicación eficaz.

9.4. Conclusiones

1. El vídeo científico, tanto su realización como su comunicación, debe ser un elemento más a tener en cuenta en toda investigación científica que cuente con un presupuesto medio. La comunicación de los hallazgos, resultados y logros es casi tan importante como la investigación misma. Las instituciones, centros de investigación y universidades, tanto públicas como privadas, deben empujar a sus investigadores para que incorporen en sus proyectos una partida destinada para la realización de vídeos diseñados para públicos específicos para comunicar eficazmente los hallazgos, es decir, la ciencia y el conocimiento.
2. Se deben diseñar proyectos de vídeos pensados desde una puesta en escena controlada por los investigadores principales. Poder ser capaces de generar contenido audiovisual de la investigación de manera natural o diseñada para tal fin. Así, con una puesta en escena acorde con el proyecto, producir

contenidos diversos que mezclen formatos y que los resultados sean de mayor calidad. La relación de a mayor inversión más recursos, mejores resultados es clara en este aspecto.

3. En cuanto a los formatos, es recomendable diseñar varias configuraciones de distintas longitudes y en tres versiones:
 - Corto: dirigido para público general, de 1 a 2 minutos.
 - Medio: dirigido a público interesado en el tema o en el área de estudio, de 2 a 5 minutos.
 - Largo: dirigido a público especializado, divulgadores y periodistas, investigadores e instituciones, de 5 a 20 minutos.
4. Generar conferencias o charlas para difundir hallazgos puntuales y hacer un llamado de medios para conseguir entrevistas para obtener mayor difusión. También es posible generarlas y difundirlas por los medios y canales.
5. La figura del comunicador audiovisual especializado en comunicación científica debe ser una figura presente en toda investigación científica de envergadura. Se debe incluir en los presupuestos y en los proyectos dentro de la etapa de divulgación. Esta figura debe estar en constante contacto con el investigador principal para conocer los avances del proyecto y poder construir una narrativa acorde con el proyecto.
6. La eficacia comunicacional depende del contenido y de su transmisión; una vez resuelto esto con solvencia, queda la elección del medio. El canal es importante, porque de acuerdo al número de visitas que tenga, aumenta la posibilidad de obtener mayor visionado. Las instituciones deben crear sus propios canales dentro de las plataformas para así fomentar el visionado.
7. Los proyectos de investigación se deben convertir en historias. Hay que proporcionarles un relato que puedan contar y convertir ese método científico utilizado en un argumento claro. Ayuda al proceso la posibilidad de convertir a los involucrados en personajes que cuenten sus experiencias de primera mano y si estas acciones son trascendentales para el desarrollo de la historia, el que las experimenta se llama personaje.

9.5. Referencias

- Anderson, C. N. y Aceituno, L. A. (2019). «Cómo comunicar la investigación desde la academia», en *Revista Ciencia y Tecnología*, (24), págs. 3-9.
- Aumont, J. y Marie, M. (1990). *Análisis del film*, Paidós, Barcelona.
- Barlovento Comunicación (2020). Informe TV. El rosco del consumo audiovisual (elaborado según datos de Kantar y Comscore).
- Barthes, R. (1986). *Lo obvio y lo obtuso*, Paidós, Barcelona.
- Casetti, F. (1994). *Teorías del cine*, Cátedra, Madrid.
- Chatman, S. (1990). *Historia y discurso*, Taurus, Madrid.
- De Lara González, A. y García-Avilés, J. A. (2019). «Estudio de calidad del vídeo online en la comunicación de la ciencia», en *Perspectivas de la Comunicación*, 12(1), págs. 185-207. Disponible en: <https://doi.org/10.32870/cys.v2019i0.747>
- Ezquerro Martínez, Á. (2010). «Desarrollo audiovisual de contenidos científico-educativos. Vídeo: “Las vacas no miran al arco iris”», en *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), págs. 353-366.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2018). *Principales resultados de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia 2018*. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/noticia/principales-resultados-de-la-encuesta-de-percepcion-social-de-la-ciencia-2018>
- García Jiménez, J. (1993). *Narrativa audiovisual*, Cátedra, Madrid.
- García, C. (2019). «La comunicación de la ciencia y la tecnología como herramienta para la apropiación social del conocimiento y la innovación», en *Journal of Science Communication, América Latina*, 2(1), Y02.
- Genette, G. (1969). *Figures II: essais*, Éditions du Seuil, París.
- Gértrudix Barrio, M.; Rajas Fernández, M. y Álvarez García, S. (2017). «Metodología de producción para el desarrollo de contenidos audiovisuales y multimedia para MOOC», en *Ried: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20, 1.
- Hootsuite (s.f). El 70% de los usuarios millenials de YouTube vieron un vídeo para aprender cómo hacer algo nuevo el año pasado. Disponible en: <https://blog.hootsuite.com/es/estadisticas-de-youtube/>

- Lasswell, H. (1948). *The structure and function of communication in society*. Disponible en: <http://www.irfanerdogan.com/dergiweb2008/24/12.pdf>
- Lorenzo Gómez, M.; Gutiérrez Berríos, Z. y Berríos-Rivas, A. (2019). «Video Digital como Estrategia de Enseñanza para Promover la Calidad del Aprendizaje», en *Conecta Libertad*, 3(2), págs. 55-65. Disponible en: <http://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/83>
- Mañas Pérez, A. y Roig-Vila, R. (2019). «Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ámbito educativo. Un tándem necesario en el contexto de la sociedad actual», en *Revista Internacional d'Humanitats*, 45, págs. 75-86.
- Martín Serrano, M. (2019). «Cuándo y cómo se hizo científica la Teoría de la Comunicación», en *Comunicación y Sociedad*, e7477.
- Recercom. «Servicios de comunicación para la investigación científica», en *Comunicar Ciencia*. Disponible en: <http://recercom.com/es/comunicar-ciencia-2/>
- Scolartic (s.f.). *Fundación telefónica. Aprendizaje basado en vídeo (ABV) edición 2020*. Disponible en: <https://www.scolartic.com/es/web/aprendizaje-basado-en-video-abv-edicion-2020/>
- Think with Google (2019). *3 ways digital video has upended shopping as we know it*. Disponible en: <https://www.thinkwithgoogle.com/consumer-insights/online-video-shopping/>
- YouTube. *Para la prensa. YouTube en cifras*. Disponible en: <https://www.youtube.com/intl/es/about/press/>

10

Comunicar la ciencia en YouTube

Mario Rajas Fernández¹ y María Bastida²

Ideas clave

Para realizar una buena estrategia de publicación de contenido científico en YouTube es importante tener en cuenta:

- Que existe una amplia tipología de formatos y contenidos con características específicas que puedes aprovechar y adaptar a las necesidades de tu comunicación.
- Que es importante conocer las claves de escritura y realización audiovisual de piezas científicas de impacto para conseguir informar, formar y divertir al espectador.
- Que el éxito en la comunicación requiere incorporar temáticas actuales, originales, interesantes y proactivas dentro de cualquier área científica y de cualquier nivel generalista o específico, aficionado o experto.
- Que debemos ser reconocibles y predecibles en la comunicación, estableciendo un catálogo de formatos fijos o recurrentes en el canal que se vayan actualizando con una periodicidad determinada.

1. Profesor titular de Comunicación Audiovisual, Universidad Rey Juan Carlos.
2. Coordinadora de Producción audiovisual de la Unidad de Producción de Contenidos Académicos, Universidad Rey Juan Carlos.

10.1. Introducción

Las plataformas de vídeo en *streaming* como YouTube son entornos virtuales privilegiados para la difusión de contenidos científicos. Instituciones públicas, empresas privadas, entidades sin ánimo de lucro, fundaciones, proyectos de I+D+i o, sobre todo, profesores, investigadores o aficionados a la ciencia a título personal han creado centenares de canales para divulgar o diseminar el conocimiento en abierto. La producción, distribución y consumo de obras audiovisuales de carácter científico vive un auge muy significativo que está reinventando la forma de generar y compartir la ciencia. ¿Cuáles son las claves de este fenómeno mediático? ¿Por qué hay tantos suscriptores de YouTube enganchados a la ciencia? ¿Cuál es el motivo de que los vídeos científicos acumulen millones y millones de reproducciones?

YouTube, como ha sucedido con otros géneros y formatos, ha revolucionado la naturaleza misma del vídeo científico (Alloca, 2018). Una transformación integral no sólo en términos cuantitativos —número de producciones, visualizaciones, etc.— sino, sobre todo, en aspectos cualitativos (León y Bourk, 2018): el nivel de destreza narrativa en la difusión de contenidos, el impacto disruptivo de su estética —el protagonismo del divulgador como «personaje» *youtuber*; la puesta en escena, grabación y montaje de estilo innovador; la hibridación del vídeo y la animación con otros formatos provenientes de la docencia o la investigación, entre otros— o la apertura sin límites de la producción audiovisual científica a todo tipo de creadores —instituciones educativas, centros de investigación, proyectos y grupos, aficionados a la ciencia, etc.— (Johnston, 2017), son las principales características de una forma de crear recursos científicos que no ha conocido precedentes similares ni en la era del cine científico ni en la de la televisión analógica o digital (Bucchi y Trench, 2014).

YouTube, la plataforma en *streaming* de Google (VVAA, 2018), goza en la actualidad de un potencial divulgador tan evidente y manifiesto (Finkler y León, 2020), que sus propuestas de *story-*

telling científico, sus fórmulas virales de difusión en red y sus modelos de estructura profesional —perfiles laborales, funciones creativas, etc.— han sido replicadas no sólo en ventanas similares como las redes sociales que utilizan el vídeo como recurso —Instagram, Twitter, Facebook y recientemente TikTok— (Smith, 2019), sino en formatos y géneros tradicionales como las series documentales, los reportajes televisivos o los vídeos especializados que se incluyen en presentaciones, artículos o ponencias en congresos científicos (Welbourne y Grant, 2015; Wilkinson y Weitkamp, 2016).

La duración, el ritmo, el lenguaje visual y sonoro, el uso del texto escrito, la forma de captar la atención del espectador con técnicas retóricas, la generación de imagen de marca o identidad visual institucional o personal o la manera de interpelar permanentemente al público para que aporte, opine o comparta el contenido son rasgos ineludibles del fenómeno científico de YouTube (De Lara y García Avilés, 2019) que pueden rastrearse sin dificultad en un canal de televisión, en un periódico digital o en los vídeos que difunde una universidad para dar a conocer tesis doctorales o *papers* (Thelwall, Sud y Vis, 2012).

Explorar cuáles son las bases, las características y las tendencias más destacadas de esta innovadora producción científica audiovisual es el objetivo general de este capítulo. Para ello, se abordan específicamente los procesos de producción, la construcción narrativa y estética de la exposición de contenidos de naturaleza científica, los formatos —convencionales y novedosos— más destacados y las maneras más creativas y eficientes de llegar a los distintos públicos, bien generalistas, bien especializados.

La intención de este texto, por consiguiente, es adentrarse en un territorio que, por estar desarrollándose y cambiando cada día casi a tiempo real, apenas ha sido abordado desde el punto de vista académico. Un modesto comienzo que sólo pretende generar en el lector la pasión por desentrañar cómo se está escribiendo el conocimiento científico en la actualidad por medio de contenidos audiovisuales, qué funciona y qué no a la hora de difundir esos trabajos y, sobre todo, cómo podemos pasar de espec-

tadores o usuarios o alumnos a generadores de nuestro propio contenido científico.

10.2. YouTube científico: laboratorio audiovisual

YouTube es una videoteca en línea con un catálogo muy extenso de contenidos científicos que presenta cada uno determinadas funciones: vídeos informativos, expositivos, divulgativos, didácticos, opinativos, experimentales, etc. Su carácter abierto, libre y universal es la principal razón de que, a nivel cualitativo, se encuentren obras excelentes en cuanto a los conocimientos científicos que transmiten o en cuanto a su plasmación técnica audiovisual, junto con piezas que no alcanzan unos estándares mínimos de calidad o de interés (Erviti y Stengler, 2016).

A su vez, por su propia naturaleza virtual e interconectada en red, YouTube es un laboratorio audiovisual en el que de forma constante se ensayan formatos, se innova y experimenta con lenguajes visuales y sonoros y, ante todo, se difunden propuestas creativas, originales y pioneras que marcan el presente y el futuro del vídeo científico (Rajas, 2018).

Macho Reyes y Bermúdez Vázquez (2020) destacan en una búsqueda exploratoria de contenidos científicos de éxito en YouTube que las piezas se caracterizan por su heterogeneidad —ciencias naturales, sociales y físicas, contenidos culturales o paracientíficos—, preferentemente del área de física, ecología, psicología o filosofía, y por la aparición de temáticas de forma recurrente —estado de la ciencia, financiación, etc.—. Los autores afirman que muchos canales son propiedad de una única persona que los gestiona a título individual —*youtubers*, mayoritariamente hombres, que crean y lanzan su propio contenido—, con mayor éxito en número de visualizaciones y suscriptores que los obtenidos por instituciones o centros académicos o de investigación, y que, de forma significativa, reflejan los gustos de un creador, que, conforme asienta una comunidad de usuarios, va a su vez adaptándose a las preferencias de dicha audiencia y va interactuando dinámicamente con ella.

Respecto a los formatos, los diversos análisis existentes (Bailenson *et al.*, 2008; Muñoz Morcillo *et al.*, 2016; Bastida Pérez, 2021) redundan en señalar una serie de vídeos contenedores que abarcan en gran parte la producción integral de vídeo científico en YouTube: el modelo *youtuber*, en el que un divulgador se dirige a cámara para ir exponiendo el contenido; el explicativo en el que, normalmente por medio de animación básica o *motion graphics*, se va ilustrando la información que suministra la voz en *over* y el tutorial, vídeo en el que se van indicando los pasos para completar una determinada acción, son tres ejemplos paradigmáticos de los vídeos que se disfrutaban en la plataforma.

El posible éxito —entendido como la consecución o mejora de los objetivos iniciales estipulados para un proyecto específico—, atribuible a un formato de vídeo determinado depende de muchos factores interrelacionados, entre los que se encuentran, principalmente: la temática, la calidad del contenido —veracidad, complejidad, etc.—, la aplicabilidad práctica y cotidiana —a veces anecdótica— de lo expuesto, la factura técnica de la realización audiovisual —grabación, edición, etc.—, la capacidad de conectar e interactuar con la audiencia por medio de mecanismos comunicativos de tipo narrativo, retórico o pragmático, la serialidad y constancia de la parrilla de producción programada de los vídeos, los recursos de búsqueda, posicionamiento y viralidad, el *marketing* o promoción de las piezas o el empleo del contenido en diversas funciones como la investigativa o la docente.

En este sentido, los vídeos científicos mantienen muchos rasgos en común con los vídeos educativos, muchas veces abiertos también, como formatos híbridos, a la difusión y divulgación: por ejemplo, proyectos y grupos de investigación, actividades de transferencia del conocimiento que se realizan en las universidades o contenidos que forman parte de cursos virtuales y que se encuentran a medio camino entre el vídeo educativo y el científico (Bergmann y Sams, 2016). Igualmente, a la didáctica y la comunicación científicas se unen las posibilidades creativas de las producciones que generan nuevos materiales a partir de otros preexistentes: las licencias de uso abierto permiten la reutilización, el rediseño o la reescritura de fuentes audiovisuales particulares

para su actualización o readaptación a nuevos contextos formativos o intereses pedagógicos particulares.

Tanto el contenido generado por los usuarios (UGC), como el contenido generado por instituciones y empresas (PGC) —en sus múltiples niveles de amateurismo o profesionalidad—, destacan por abordar el fenómeno de la ciencia desde incontables puntos de vista, recursos audiovisuales y objetivos distintos. Desde el mero registro de eventos o actividades, a la trasposición directa de contenidos televisivos, pasando por la creación de obras propias y originales empleando los lenguajes innovadores que sean en ese momento la última tendencia en la plataforma, en YouTube conviven múltiples, infinitas manifestaciones de las mismas temáticas y áreas científicas, compitiendo por el limitado tiempo de atención del espectador.

FECYT, en el apartado de «Ciencia y tecnología y medios de comunicación» de su IX Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (2018) afirma que «Internet avanza como medio de obtención de información científico-técnica de forma bastante generalizada entre los hombres y las mujeres, entre las personas de más de 34 años y con niveles formativos de enseñanza primaria o menor», y que, en concreto, dentro del mundo virtual, el usuario de contenidos científicos se informa preferentemente a través de las redes sociales (75,7%) y de vídeos (61,9%), por delante de medios digitales generalistas (58,9%), entradas de Wikipedia (52,0%) y blogs/foros (35,8%). Así, estos dos últimos canales han retrocedido según el estudio similar elaborado en 2016, remarcando aún más la preeminencia de los contenidos audiovisuales.

En este contexto de uso de las redes sociales y del vídeo como principales contenedores de la ciencia en internet, se define cada formato de vídeo por un conjunto de características propias que se distinguen en un determinado producto u obra audiovisual. Dichos rasgos, cualidades o propiedades se establecen según el contenido o según el lenguaje y técnica audiovisual que se ponen en escena. Por consiguiente, un formato incluye un concepto, un objetivo y una estructura, mientras es acotado por unas reglas o códigos compartidos que se manifiestan puntualmente en la materialización concreta de cada vídeo.

El objetivo de este artículo no es sólo analizar los principales formatos de vídeo científico de YouTube con la finalidad de describir, comparar y evaluar sus particularidades más reseñables, sino abordar consecuentemente las sinergias, hibridaciones y posibilidades de transformación que se producen entre los distintos formatos —en vídeos que articulan varios modelos de producción, por ejemplo— y entre los distintos formatos y el propio YouTube —que no es una plataforma estática, sino que va mutando de continuo como ente propio a su vez—, con la meta de conocer las distintas modalidades de vídeo emergentes desde el punto de vista del propio texto audiovisual, pero también desde la experiencia de usuario, de su conexión con metodologías de enseñanza-aprendizaje —clase invertida o *flipped classroom*, aprendizaje basado en proyectos, etc.— o procesos específicos del ámbito científico —proyectos de investigación, convocatorias, etc.— y de su evolución diaria como contenedores vivos que van actualizándose permanentemente.

Para definir la tipología de vídeos llevada a cabo en este estudio, se han analizado 1.200 vídeos científicos provenientes de 50 canales especializados de contenidos científicos, definidos éstos como las propuestas de profesores, investigadores, divulgadores o aficionados que ponen en marcha un proyecto de marca audiovisual en YouTube a título personal, no pertenecientes a canales de universidades o de instituciones de investigación. La heterogeneidad, la libertad creativa y la perspectiva rigurosa a la par que lúdica de estas propuestas las convierten en especialmente aptas para un análisis sistemático desde el punto de vista audiovisual.

10.3. Formato de vídeo científico en YouTube

Los formatos audiovisuales de contenidos científicos para YouTube son mucho más variados que los que se encuentran en la televisión o en el vídeo doméstico. En internet, además de tener cabida un ingente mayor número de propuestas dispares —por su duración variable, cercanía a otros mundos como el del vi-

deojuego, integración de lenguajes como la infografía, la fotografía o el texto escrito, etc.— la hibridación de recursos es significativamente más evidente y, además de poder combinar distintos formatos maleables entre sí —por ejemplo, la animación con el reportaje, la entrevista con el *unboxing*—, las fronteras mismas de los formatos se encuentran muy poco definidas o constreñidas, de manera que a veces es difícil adscribir un contenido a un formato determinado o, lo que resulta aún más sugerente e innovador, su flexibilidad permite inventar nuevos formatos que no tienen parangón en los canales convencionales.

De este modo, los principales formatos de vídeo científico analizados se distinguen, especialmente, más que por el tipo de contenido del campo científico tratado —temas, áreas, especialidades, etc.—, por el empleo de técnicas, lenguajes y códigos audiovisuales diferentes, divergentes, únicos. En ese sentido, los distintos tipos responden o bien a la construcción narrativa del contenido o bien al componente formal, expresivo o estético de las decisiones de realización audiovisual adoptadas.

10.3.1. Vlog

Formato más utilizado en el vídeo científico actual. La videoclase, videoexplicación, videopresentación o *videolecture* se incluiría en este tipo de piezas que se caracterizan porque un profesor, científico o divulgador se dirige a cámara para exponer directamente el contenido. Se trata, por lo tanto, del paradigma de vídeo *youtuber*: ya sea en la soledad de su habitación, ya sea en un aula o set virtual, el presentador habla cara a cara al espectador que se encuentra al otro lado de la pantalla.

Los puntos fuertes de este formato, en primer lugar, son la sensación de naturalidad y espontaneidad o la apariencia de improvisación y proximidad que consigue generar empatía y un vínculo emocional destacado con el usuario. Así, el presentador/personaje del vídeo se muestra como un facilitador del contenido situado jerárquicamente, en principio, al mismo nivel que el es-

pectador, como si le estuviera hablando de tú a tú: en un momento dado, incluso, éste puede considerar que sería relativamente sencillo dar el salto al otro lado de la pantalla y convertirse también él en *youtuber* científico.

Por otro lado, al rasgo fundamental del formato —una persona introduciendo directamente a cámara el contenido— se pueden agregar múltiples recursos audiovisuales de apoyo: gráficos y textos en movimiento; insertos de imágenes e, incluso, pantallas partidas o *split-screens*.

Otras cualidades del formato son la facilidad de producción —al tratarse de un tipo de pieza estandarizado, homogéneo en cuanto al uso de recursos recurrentes como las mismas localizaciones, mismos títulos sobreimpresionados o mismos efectos visuales— y con ello la posibilidad de serializar el contenido generando una parrilla de programación a lo largo del tiempo que vayan configurando el vlog como compendio dinámico o repositorio de vídeos.



Figura 35. Fotogramas de los vídeos Chernobyl-What It's Like Today.

Fuente: canal de YouTube «Veritasium»; 7 Things We Don't Know About the Ocean. Fuente: canal de YouTube «SciShow»; Beethoven y el secreto de la melodía más famosa del mundo. Fuente: canal de YouTube «Jaime Altozano»; 5 BUGS de tu SISTEMA NERVIOSO y cómo hacerlos aparecer. Fuente: canal de YouTube «Antroporama».

Por último, el éxito de esta modalidad *youtuber* es tan manifiesta en el ámbito del vídeo científico que ha generado sus propios códigos innovadores de técnicas audiovisuales: la comunicación en primera persona, el «busto parlante» en plano medio, la edición con muchos cortes vertiginosos, *jump cuts* sin modificar el ángulo de la cámara, formas estandarizadas de empezar y de acabar el vídeo, expresiones verbales características, llamadas a la interacción, ráfagas y cortinillas que unifican el estilo visual, entre otras aportaciones que van surgiendo según evoluciona el formato.

Su impacto es tan espectacular que en otras plataformas también resulta el modelo de vídeo que más se replica: en TikTok e Instagram, por ejemplo, son la forma básica de comunicar la ciencia por encima de otros formatos que podrían resultar, en principio, más propicios para la naturaleza de estas redes sociales.

10.3.2. Animación

El vídeo de animación en sus múltiples manifestaciones —2D, 3D, *motion graphics*, pizarra o *hand animation*— y en sus todavía más variados niveles o grados de ejecución visual —desde meros diagramas o mapas conceptuales a elaboradas composiciones de dibujos animados— es el otro gran formato de vídeo científico que ha gozado de gran predicamento en YouTube.

Además de la atracción que suponen las imágenes animadas, este tipo de piezas son muy aptas para transmitir ideas complejas de forma sencilla y para ayudar a recordar, gracias a su poderosa componente narrativa, la totalidad del contenido expuesto durante el vídeo.

La animación es especialmente solvente para ilustrar procesos, describir componentes o dotar de representación visual a temáticas que, por su propia naturaleza abstracta, especializada o dificultosa, necesitan un soporte dinámico en forma de imágenes claras, simples y explicativas.

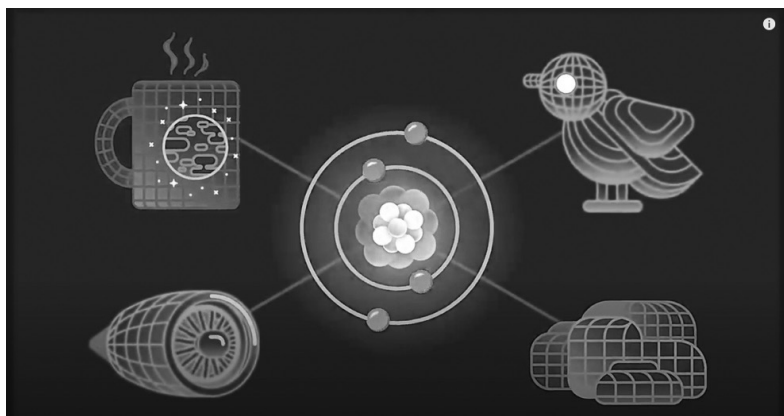


Figura 36. Fotograma del vídeo *Por qué los agujeros negros podrían borrar el universo – La paradoja de la información*.

Fuente: canal de YouTube «Kurzgesagt – In a Nutshell».

Además, tanto la propia creatividad del dibujo como el hecho de que los motivos animados cobren vida y vayan creándose —como en el tipo que incorpora el «efecto mano» que va dibujando en una pizarra— o modificándose en el tiempo, genera atención, curiosidad y emoción en el espectador. Así, este tipo de vídeos son los que más retención de la audiencia acumulan en el vídeo educativo. Es decir, son los que, de forma habitual, el usuario suele reproducir hasta el final, sin abandonar previamente el visionado.

Por último, los vídeos de animación permiten generar imagen de marca para el contenido científico: al decantarse por una tendencia de dibujo o ilustración, al poner en escena unas líneas, unos colores, unas texturas, en definitiva, al definir una marca o estilo, el vídeo animado se convierte en un representante narrativo y visual fundamental de muchos canales de YouTube que son reconocidos, viralizados e imitados, precisamente, por su modo específico de plasmar la animación.

10.3.3. Reportaje

El formato de reportaje, documental o pieza informativa, procedente de la narrativa televisiva, también tiene una presencia

muy destacada en el campo del vídeo científico en YouTube. Al conseguir aunar datos, hechos y noticias —bases del periodismo audiovisual— con la forma natural, directa y variada —en cuanto a duración, objetivos y comunicación personal con el espectador— que definen a gran parte de los contenidos en la plataforma de Google, el reportaje se convierte en un tipo de contenido muy apto para la difusión y la diseminación científicas.

En cuanto relato audiovisual variado y abierto, este tipo de piezas suele incorporar elementos de vlog, imágenes grabadas y de archivo, locución de voz en *over* y otros elementos característicos de la narrativa televisiva como la declaración o total, la entrevista o la infografía.



Figura 37. Capturas de los vídeos *Using Minecraft as an Educational Tool*. Fuente: canal de YouTube «Edutopia»; ¿Sobreviviremos en Marte?-Glad You Asked S1. Fuente: canal de YouTube «Vox».

El reportaje es especialmente conveniente para narrar procesos, describir espacios —instalaciones, equipamientos, etc.— o dar a conocer resultados y, como formato muy apegado a la actualidad, a la novedad de la información, su lenguaje visual y sonoro va cambiando según se desarrolla un «estilo YouTube» que cada vez se va distanciando más de los códigos tradicionales de escritura, grabación y edición del reportaje convencional de televisión. Así, en este momento, destacan los montajes muy rápidos que incorporan gran número de VFX y elementos gráficos para representar motivos científicos y la progresiva incorporación de la forma de presentar e interactuar de los *youtubers*.

10.3.4. Grabación de pantalla o *screencast*

La cantidad y entidad de este tipo de piezas originales las convierten en un formato propio. Se trata de los vídeos que registran la pantalla de ordenador para grabar procesos, instrucciones o dinámicas de funcionamiento de un programa o de una aplicación informática particular.

Del mismo modo, también la captura de presentaciones visuales —PowerPoint, Prezi, etc.— o de otro tipo de materiales visuales puede incorporarse en una pieza tipo *screencast*, que destaca, desde el punto de vista narrativo, tanto como herramienta para mostrar resultados en la propia aplicación donde se obtienen las gráficas o las tablas, como en la enseñanza del manejo de determinados procedimientos o fases de trabajo de un experimento, entre otros usos sobresalientes.

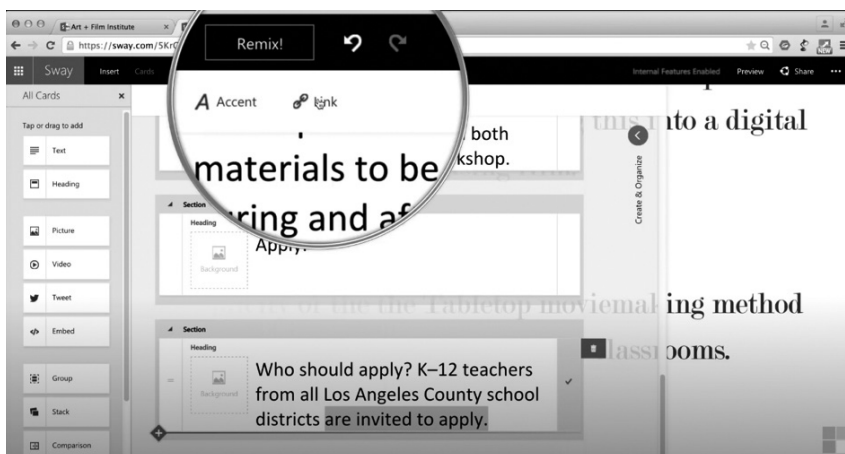


Figura 38. Fotograma del vídeo *How to Build a Presentation in Sway*—Microsoft Sway Tutorials. Fuente: canal de YouTube «Microsoft 365».

10.3.5. *Unboxing*

Este formato se define por mostrar un objeto, equipo o instrumento y sintetizar sus características, funciones u opiniones sobre su uso. Emparentado con el vlog, este tipo de vídeo nativo de

YouTube goza de gran aceptación por parte de la audiencia y, en concreto, es aplicado en el campo científico al tratarse de contenido versátil y abierto que permite mostrar visualmente instalaciones, laboratorios, dispositivos o componentes específicos de un proyecto o de un emplazamiento científico determinado.

El *unboxing* apela directamente a la curiosidad del espectador y, además de ofrecer un formato que encaja óptimamente con la cultura de la imagen actual, es una manera divertida y sistemática de presentar, analizar o evaluar las partes que componen algún elemento o procedimiento específico que se quiera enseñar al usuario.

10.3.6. Tutorial

El vídeo didáctico, explicativo o expositivo que presenta la forma de tutorial es uno de los más presentes en distintos ámbitos de cultura científica. Mostrar el funcionamiento de dispositivos, las fases de un experimento o la ejecución práctica en vivo de un proceso resulta especialmente pertinente a través de la narrativa de las imágenes grabadas, las infografías o los recursos y efectos visuales.

El tutorial es uno de los formatos de vídeo científico más demandados y su amplia tipología de subvariantes, modelos y formas creativas de fomentar el aprendizaje lo convierten en un contenido con muchas aplicaciones en el campo educativo y divulgativo.

10.3.7. Entrevista y debate

Estos formatos cobran nueva vida en YouTube al poder desplegarse junto con una serie de tecnologías y lenguajes propios de la era digital. Así, pueden producirse videoconferencias, videollamadas o realizaciones en directo por medio de *software* especializado de emisión en *streaming* que permiten una articulación muy heterogénea de participación de investigadores o expertos

que son entrevistados o invitados a una mesa redonda virtual para aportar información o puntos de vista.



Figura 39. Fotograma del vídeo *Bullet Ant Venom*.

Fuente: canal de YouTube «thebrainscoop».

Por consiguiente, si a la entrevista o el debate, géneros informativos ya suficientemente didácticos, amenos y dinámicos en sus vertientes originarias televisivas, se unen elementos visuales actuales y la facilidad de grabación y edición a través de las nuevas tecnologías de videoconferencia, el vídeo científico encuentra en este tipo de materiales una manera eficaz y creativa de dar a conocer un contenido aprovechando las ventajas de la multiplicidad de voces que son características de estos fundamentales modelos televisivos y radiofónicos —amplificados por la expansión del *podcast*— que encuentran eco a su vez en las redes sociales y en las cadenas televisivas.

10.3.8. Actividades en directo

En este formato se incluirían conferencias, jornadas, congresos, talleres, etc. de temática científica que son emitidos en *streaming* y que, posteriormente, pueden visionarse también en el canal accediendo a ellos en cualquier momento.

Además del carácter de acontecimiento o evento que genera este formato sincrónico, las actividades *live* logran incorporar los contenidos que se generan en otro ámbito —un aula, un auditorio, etc.— a la narrativa audiovisual, lo que presenta como ventajas significativas el aprovechamiento de la organización de una actividad científica presencial para convertirla en una pieza audiovisual y la posibilidad, además, de editar vídeos más breves a modo de resumen, *teaser* o *spot*, incorporar imágenes o rótulos, etc.

10.3.9. Ficcionales

Los formatos provenientes del mundo de la ficción, si bien son cuantitativamente escasos en el vídeo científico, sí pueden aportar una serie de ventajas tanto en el plano del contenido como en el plano de la expresión: así, el análisis de casos, la simulación o el juego de rol pueden incorporar técnicas de *storytelling* —estructura de la historia en actos, progresión dramática, manejo del tiempo y del espacio, etc.— para atrapar la atención del usuario como lo hacen una película o una serie de televisión.



Figura 40. Fotograma del vídeo *Por qué la Astrología «Funciona»*. Fuente: canal de YouTube «QuantumFracture».

La combinación de conocimientos científicos con la capacidad informativa y emocional de la narrativa ficcional es realmente efectiva y esta modalidad heterogénea de vídeo será, previsible-

mente, uno de los formatos más empleados en el futuro por su equilibrio entre contenido de valor y entretenimiento.

10.3.10. Formatos nativos

Por último, hay una serie de formatos que, si bien pueden integrarse en cierta medida en categorías anteriores, también tienen suficiente entidad propia como para constituirse en algo nuevo, diferente. Se trata de vídeos que ponen en escena estructuras narrativas propias, específicas de YouTube, que han tenido un éxito abrumador entre los usuarios de la plataforma de Google y que se consideran ya parte de nuestro ecosistema videográfico actual.

Los principales son: Q&A o vídeos de preguntas y respuestas, interacciones o *feedback*; videorreacciones, donde se muestra la opinión del *youtuber* científico respecto a un estímulo o contenido determinado; vídeos de listados o decálogos; *challenges*, pruebas y retos, y vídeos de refutación, en los que se pone en cuestión una afirmación, teoría, bulo, mito o cualquier contenido susceptible de ser criticado, reprobado o desenmascarado.

10.3.11. Recomendaciones para crear y difundir vídeos científicos

De acuerdo a lo anterior, se establece una serie de recomendaciones para producir vídeos científicos que, aprovechando la variedad de formatos y la potencialidad de los lenguajes y las técnicas audiovisuales, alcancen los objetivos propuestos por cada una de las piezas, objetivos que se fundamentan en la mejor transmisión posible del conocimiento, en la forma más adecuada, eficaz y eficiente, de llegar al espectador y obtener su respuesta informativa y emocional, y en la propia creatividad y plasmación audiovisual del proceso de escritura de guion, grabación y recuperación de imágenes y sonidos y edición de los materiales.

Para lograr estas metas, un vídeo científico debe tener en cuenta, además de otras consideraciones particulares propias del contenido que se pretenda generar, estas veinte recomendaciones:

1. Elegir el formato más adecuado a los objetivos, contenidos, públicos objetivo, soportes o dispositivos tecnológicos, canales y contextos de recepción o consumo planteados.
2. Tener en cuenta las ventajas del vídeo *online* respecto a la televisión convencional a la hora de escribir el guion: potenciar la accesibilidad, heterogeneidad, hibridación, complementariedad, personalización e interacción del contenido.
3. Incorporar temáticas actuales, originales, interesantes y proactivas dentro de cualquier área científica y de cualquier nivel generalista o específico, aficionado o experto.
4. Documentar, estudiar y reelaborar rigurosamente el contenido científico del que se parte para su posterior tratamiento guionizado como relato audiovisual.
5. Definir el género audiovisual del vídeo para articular información, divulgación, opinión, debate, formación, entretenimiento y participación en la proporción que se desee para conectar la ciencia con la vida de las personas por medio del ejemplo cotidiano, la anécdota, el humor, la diversión, el juego, etc.
6. Dotar al vídeo de la duración adecuada según las necesidades del contenido, del formato y del relato, tendiendo a la condensación o economía del tiempo para optimizar la experiencia de usuario o a la fragmentación en distintas piezas audiovisuales conectables entre sí.
7. Calcular el gasto de producción de un vídeo e integrarlo en un plan general que englobe el coste de oportunidad de todo el proyecto y adecue, en términos económicos y en esfuerzos profesionales y personales, medios y fines para que no exista una disparidad manifiesta entre unos y otros.
8. Diseñar un catálogo de formatos fijos o recurrentes en un canal que permita generar series reconocibles e identi-

cables por el usuario que se vayan actualizando con una periodicidad determinada.

9. Analizar tendencias vigentes en cuanto a la estructura, códigos narrativos y estéticos o técnicas de grabación o edición actuales en la muy transformable creación contemporánea de vídeos en YouTube y diferenciarla del vídeo o cine científicos tradicionales.
10. Desarrollar un estilo de realización audiovisual propio que identifique y destaque al conjunto de la producción respecto a la escritura, interpretación actoral, diseño espacial y escenográfico, vestuario, fotografía, sonido, montaje o posproducción de VFX.
11. Definir el idioma y la política de subtitulado y traducción para su consumo en distintos contextos geográficos.
12. Escribir un guion que incorpore técnicas narrativas o de *storytelling*, del campo de la información y la ficción audiovisuales, al contenido desplegado para atrapar y emocionar al espectador contando una historia de la que el usuario es parte integrante.
13. Utilizar el lenguaje propio de los medios audiovisuales, claro, sencillo, directo, natural, para conectar las distintas terminologías científicas de forma adecuada al tipo de audiencia y comunicar el mensaje de forma amena y eficaz para establecer un vínculo personal y afectivo con el usuario.
14. Plantear un comienzo que atrape la atención del espectador utilizando alguna posible fórmula tipificada de contrastada eficacia para introducir los primeros segundos del vídeo: interrogación, enumeración, historia, conversación, temática, refutación, experimento o final (Rajas, 2021).
15. Incorporar una conclusión significativa tanto a nivel de contenido como de expresión que anime a ver más contenidos similares, genere comunidad en redes sociales o fomente la posible viralidad o reutilización del material.
16. Poner en valor la calidad técnico-artística en cada fase de producción del vídeo.

17. Integrar recursos visuales atractivos y dinámicos en la exposición del contenido: ilustraciones, diagramas, infografías, imágenes de archivo, grabación de recursos, animaciones, textos en movimiento o efectos de posproducción.
18. Animar a conocer más y más sobre el tema, a seguir viendo vídeos, a compartir el contenido en redes, a dar opinión sobre el material disfrutado y, sobre todo, a generar nuevos materiales audiovisuales.
19. Diseñar un plan de difusión que comprenda la posible traducción o subtítulo, espacios de consumo presencial y *online* o estrategias de exhibición a lo largo del tiempo.
20. Evaluar el resultado final por medio de indicadores, técnicas y métodos como las métricas, las encuestas, las entrevistas o el análisis de comentarios o materiales derivados generados.

10.4. Conclusiones

Olson (2009) plantea que la historia que narra un vídeo científico se compone de lo que denomina estructura ABT: *and, but and therefore*. Es decir, como si se tratara de un guion de cine, se despliega un contenido que empieza a articularse por causa y efecto («y...»), se refuta («pero...») y concluye («por consiguiente...»). McKee y Gerace (2018) aplican la arquitectura de *storytelling* ficcional al relato de la ciencia y, así, hacen hincapié en el carácter emocional de la progresión informativa y del conflicto dramático. Tanto estos autores como otros que han abordado el campo de la narrativa aplicada a otros territorios creativos, en este caso particular el vídeo científico, coinciden en unir esos dos universos tan aparentemente distanciados —investigación y entretenimiento, ciencia y arte— para ofrecer una experiencia valiosa para el usuario, fundamentada en la participación del espectador en la propia construcción narrativa del contenido.

Aprendizaje, ocio, conocimiento, juego, descubrimiento, experimento, relato, divulgación... las fronteras de la comunicación de

la ciencia en la era de las plataformas digitales y las redes sociales se han ampliado considerablemente y ello debe redundar en dos logros esenciales: por un lado, llevar la información científica a la ciudadanía de forma libre, abierta y plenamente accesible y, por otro, hacer partícipe de este proceso al usuario, al curioso, al apasionado que dedica su tiempo a conocer, a formarse, a cambiar, y convertirle, a su vez, en divulgador, en creador, en *youtuber*.

La tecnología ya no es un impedimento; la desinformación, los bulos o los contenidos de baja calidad tampoco pueden suponer una excusa para no asomarse a este ámbito científico-tecnológico. En YouTube, ese laboratorio audiovisual permanentemente actualizado, puntero y vivo, se encuentra la comunicación científica más importante de nuestra era. Saber buscar, ver, compartir o realizar nuevas obras es la labor que tenemos que incentivar los docentes e investigadores para conseguir que la ciencia llegue a la ciudadanía de la misma forma que llega un programa informativo, una serie de ficción o un documental.

La pantalla es el mundo entero. Proyectos de investigación, descubrimientos, aplicaciones, resultados: todo puede transmitirse, todo puede narrarse con imágenes y sonidos. Aprendamos a comunicar y a compartir la fascinación por la ciencia con rigor, con generosidad, con arte.

10.5. Referencias

- Alloca, K. (2018). *Videocracy. How YouTube is Changing the World*, Bloomsbury.
- Bailenson, J. N.; Yee, N.; Blascovich, J.; Beall, A. C.; Lundblad, N. y Jin, M. (2008). «The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context», en *The Journal of the Learning Sciences*, 17 (1), págs. 102-141. Disponible en: <http://doi.org/10.1080/10508400701793141>
- Bastida Pérez, M. (2021). *Modelos de creación de contenidos audiovisuales didácticos: análisis de la producción de URJC online* (Tesis doctoral), Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

- Bergmann, J. y Sams, A. (2016). *Dale la vuelta a tu clase*, SM.
- Bucchi, M. y Trench, B. (eds.) (2014). *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*, Routledge, Estados Unidos. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9780203483794>
- De Lara González, A. y García Avilés, J. A. (2019). «Estudio de la calidad del vídeo online en la comunicación de la ciencia», en *Perspectivas de la Comunicación*, 12 (1), págs. 185-207. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48672019000100185>
- Erviti, M. C. y Stengler, E. (2016). «Online science videos: an exploratory study with major professional content providers in the United Kingdom», en *Journal of Science Communication* 15(6), A06. Disponible en: <https://doi.org/10.22323/2.15060206>
- FECYT (2018). *IX Encuesta de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*.
- Finkler, W. y León, B. (2019). «The power of storytelling and video: a visual rhetoric for science communication», en *Journal of Science Communication*, 18 (05), A02. Disponible en: <https://doi.org/10.22323/2.18050202>
- Johnston, L. (2017). «The Revolution is Televised: YouTube Gives Science a Big Bang», en *New Scientist*.
- León, B. y Bourk, M. (2018). *Communicating science and technology through online video: researching a new media phenomenon*, Routledge.
- Macho Reyes, R. D. y Bermúdez Vázquez, M. (2020). «La comunicación de la ciencia en YouTube España, ¿divulgación, difusión, comunicación o sólo polémica?», en *Revista Prisma Social* (31), págs. 410-422.
- McKee, R. y Gerace, T. (2018). *Storynomics: Story-Driven Marketing in the Post-Advertising World*. Methuen Publishing Ltd.
- Muñoz Morcillo, J.; Czurda, K. y Robertson-von Trotha, C. Y. (2016). «Typologies of the popular science web video», en *Journal of Science Communication*, 15 (04), A02. Disponible en: <https://doi.org/10.22323/2.15040202>
- Olson, R. (2009). *Don't be such a scientist: talking substance in an age of style*, Island Press.

- Rajas, M. (2018). «YouTube, un laboratorio científico», en *Blog Ciberimaginario*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/2018/10/23/youtube-un-laboratorio-cientifico/>
- Rajas, M. (2021). «¿Por dónde empiezo? Fórmulas para iniciar un vídeo científico (I)», en *Blog Ciberimaginario*. Disponible en: <https://ciberimaginario.es/2021/01/10/formulas-video-cientifico/>
- Smith, A. (2019). «The ant-bite video that changed my approach to science communication», en *Nature* (576), págs. 327-328. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03555-8>
- Thelwall, M.; Sud, P. y Vis, F. (2012). «Commenting on YouTube videos: From guatemalan rock to El Big Bang», en *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63 (3), págs. 616-629. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/asi.21679>
- VVAA (2018). *YouTube Creators*. YouTube.
- Welbourne, D. J. y Grant W. J. (2015). *Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity*, Public Understanding of Science, págs. 1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0963662515572068>
- Wilkinson, C. y Weitkamp, E. (2016). *Creative research communication: Theory and practice*, Manchester University Press.

11

Comunicar la ciencia con productos multimedia interactivos

Juan Romero-Luis¹

Ideas clave

Para aprovechar la oportunidad que brinda el producto multimedia interactivo en proyectos de investigación, recuerda que:

- El uso de un producto multimedia interactivo mejora la atención cognitiva y emocional del espectador.
- La interactividad facilita la transmisión del conocimiento científico profundo y complejo.
- El vídeo es más eficaz que el artículo científico a la hora de transmitir protocolos de actuación o experimentos novedosos.
- Una figura importante en el proceso de creación de un producto multimedia interactivo para la comunicación científica es el investigador, que se encarga de aportar valor al contenido.

1. Investigador predoctoral contratado por el Programa Nacional de Formación de Profesorado Universitario (FPU), Universidad Rey Juan Carlos.

11.1. Introducción

Transmitir conocimientos científicos a la sociedad, o a parte de ella, no es sencillo debido a la naturaleza de esta información que, en la mayoría de ocasiones, es muy compleja, especializada y requiere conocimientos previos para ser comprendida. Tradicionalmente la comunicación científica ha estado reservada a un público muy estrecho y especializado a través de publicaciones en revistas científicas. Las características de los artículos científicos, especializados y en su mayoría de carácter cuantitativo, no permiten su propagación a un público más amplio. Entonces surge el periodismo científico. Su trabajo es adaptar estos contenidos para generar interés en un público más amplio (Bubela *et al.*, 2009). Durante un tiempo el esquema fue así de sencillo: revistas para científicos y medios para el gran público. Pero las reglas del juego cambian si los canales de comunicación son diferentes.

Desde hace más de una década se viene observando cómo la naturaleza de la comunicación científica está evolucionando. La fragmentación de los públicos (Bubela *et al.*, 2009) y la incorporación de nuevos formatos para acceder a los contenidos científicos (Welbourne y Grant, 2015) son consecuencias de estos cambios. Internet es el culpable de esto. En la última encuesta de la FECyT (2019) se constata que el canal preferido por los españoles para acceder al conocimiento científico tecnológico son las redes sociales, seguido de YouTube. El público demanda una forma distinta para acceder al contenido científico y el cambio más notorio es el formato. En las redes sociales predomina la imagen y en YouTube el vídeo. Se trata de un cambio importante en la transmisión de contenidos complejos y especializados.

Las imágenes y los vídeos son de carácter multimedia, lo cual es muy positivo. Permiten utilizar la imagen estática (gráficas, infografías, fotografías), la imagen en movimiento o el sonido, además del texto, para transmitir información. Pero no son todas ventajas. En ocasiones, sus limitaciones no permiten profundizar en la materia. Por ejemplo, un vídeo eficaz tiene limitaciones

de longitud, ya que podrían perder su certeza y aceptación (Finkler y Leon, 2019). En respuesta a estas limitaciones surgen otras alternativas multimedia: las interactivas.

La interactividad, en estos casos, ofrece la posibilidad de profundizar en el contenido e incrementa la facilidad de aprendizaje (Mayer, 2005). Se trata de un formato que, por sus características, contiene un gran potencial para transmitir conocimiento científico. Mayor complejidad en el formato conlleva, al mismo tiempo, mayor dificultad en la elaboración, lo que obliga a todos los agentes que intervienen en la comunicación científica a adaptarse a este nuevo entorno. Con el fin de facilitar ese proceso de adaptación surge este texto, que se centra en ilustrar el proceso de creación de un producto multimedia interactivo.

Este capítulo está dirigido a cualquier científico, investigador o docente, de cualquier disciplina científica, con el objetivo de facilitar la información necesaria para que se pueda comprender la utilidad del producto multimedia interactivo en la comunicación científica y explicar su proceso de creación. Para ello se presentan dos ejemplos que han sido elaborados por el Grupo de investigación Ciberimaginario en el marco del proyecto Comciencia: Comunicación eficaz, eficiente y responsable para proyectos de investigación competitivos [CSO2017-82875-C2-1-R] financiado por Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, MINECO; la Agencia Estatal de Investigación, AE; y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, FEDER; y en el marco del proyecto BIOTRES-CM [S2018/EMT-4344], financiado por la Comunidad de Madrid y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Además, se enumeran las fases del proceso de creación de un producto multimedia interactivo, haciendo hincapié en la primera fase, la guionización, donde intervienen dos roles importantes: el científico experto y el guionista multimedia.

11.2. Comunicación científica hacia el producto multimedia

El modo de transmisión del conocimiento científico está evolucionando al mismo tiempo que la forma en la que nuestra sociedad se comunica (Bubela *et al.*, 2009). Las revistas científicas son el formato más habitual para acceder a información de índole científica. Su carácter especializado y su exhaustivo proceso de revisión las convierten en el mejor canal de información entre pares. Pero en ocasiones es necesario acudir a formatos más adecuados —incluso entre colegas de un mismo ámbito— para describir procedimientos, protocolos de actuación o experimentos novedosos (JoVE, s.f.). En estos casos, el vídeo es una alternativa excepcional. *Journal of Visualized Experiments*, o en su acrónimo JoVE, es una revista científica cuyas publicaciones están en este formato. Se trata, posiblemente, de la única revista que publica videoartículos científicos mediante revisión por pares (Jamali *et al.*, 2018).

A pesar de que este modelo de revista no es el más extendido en la comunidad científica, el vídeo sí que es el medio más utilizado entre el público generalista para informarse sobre ciencia y tecnología —a través de la plataforma YouTube— sólo por detrás de las redes sociales (FECyT, 2019). Esta información permite deducir el presente de la comunicación científica, que tiende, cada vez más, hacia contenidos de carácter multimedia. Tanto el vídeo como el contenido de las redes sociales se pueden considerar multimediales.

11.3. El producto multimedia

La mayor parte de la información accesible en internet es de carácter multimedia. Este término, según Mayer (Mayer, 2002) se podría definir como aquello que tiene imagen y texto, entendiendo imagen como fotografías, ilustraciones, mapas, gráficas —interactivas o estáticas—, figuras, tablas o vídeos. Según esta definición, se puede afirmar, por ejemplo, que en diarios digitales

como *The Washington Post*, *Le Monde* o *El País*, utilizan texto e imagen para transmitir información y, por tanto, son multimedia. Así, un artículo publicado en alguno de estos medios se considera un producto multimedia, ya que el contenido que alberga, en todas sus formas, está relacionado entre sí (Alhamdani, 2008). No obstante, para considerar un producto multimedia no necesariamente debe contener más texto que imagen. Un vídeo explicativo que utilice —además de imágenes en movimiento— sonido, música y texto es un producto multimedia con características muy distintas a las de un artículo de un diario digital, pero al fin y al cabo, multimedia.

Por tanto, se podría definir como producto multimedia aquel que, para mostrar su contenido, utiliza diferentes elementos que pueden ser fotografías, ilustraciones, mapas, gráficas, figuras, tablas, vídeos o texto, independientemente de si uno de los elementos es utilizado mayoritariamente. Además, para considerarlo producto multimedia, estos elementos han de tener una relación entre sí con el fin de transferir información en conjunto. Igualmente, y para ser más precisos en la definición, el producto multimedia, para ser considerado como tal, deberá ser accesible a través de un ordenador, *smartphone* o *tablet*. Habitualmente a través de un navegador, pero no necesariamente.

La utilización del producto multimedia se relaciona con el aumento de la atención cognitiva y emocional y con la retención de contenidos (Roberts, 2018; Tien *et al.*, 2018). Su uso es útil en muchos ámbitos, pero sobre todo en el de la educación. En el ámbito médico, por ejemplo, Dawdy *et al.* (2018) han comprobado la utilidad, y aceptación, el uso del producto multimedia con el fin de preparar, para su tratamiento, a pacientes con cáncer. En el ámbito de la ingeniería también se utiliza y se ha demostrado que puede mejorar el rendimiento de los estudiantes de robótica (Iskandar *et al.*, 2018). No obstante, la efectividad del multimedia en el aprendizaje no surge de su mera utilización sino que hay muchos factores que influyen en la adquisición del conocimiento (Mayer, 2005). No es lo mismo la utilización de un tipo de elemento que de otro y, por tanto, el uso de una fotografía impactante no llamaría del mismo modo la atención como la

reproducción de una fotografía que pase desapercibida (Roberts, 2018).

11.4. La interactividad en el producto multimedia

La interacción es un elemento imprescindible para el aprendizaje. Moore (1989) diferencia entre tres tipos de interactividad: de docente a estudiante, de estudiante a estudiante y de estudiante a contenido. Esta última se refiere a la acción que debe hacer el estudiante para la adquisición del conocimiento, por medio de un recurso de aprendizaje —independientemente de su naturaleza—. Bajo esta premisa se podría considerar que entre el mero encuentro de un usuario —ya sea estudiante o no— y un producto multimedia se produciría interactividad.

No obstante, en este capítulo no se hará mención a la interactividad entre estudiante y contenido a la que se refiere Moore. Asimismo, la interactividad en el producto multimedia se entiende como la característica de éste que permite al espectador/lector/usuario —independientemente de si es un estudiante o no— cometer acciones para acceder a más información o navegar por las diferentes secciones de contenido. Del mismo modo que un libro se considera interactivo porque otorga al lector la posibilidad de pasar las páginas para acceder a más contenido y regresar atrás, el producto multimedia cuenta con esa capacidad.

Cada vez está más generalizado en el ámbito del entretenimiento. Netflix ha producido la película interactiva *Black Mirror: Bandersnatch* (2018), que permite al espectador tomar las decisiones del personaje principal. Esto trae como consecuencia un final distinto dependiendo de la elección que se tome. La interactividad trae consigo mayor complejidad en la elaboración del contenido.

Por supuesto, el uso de la interactividad tiene más capacidad que la de amenizar. Aporta mayor facilidad para el aprendizaje profundo o complejo (Mayer, 2005) y sus posibilidades son múlti-

ples en diferentes ámbitos. En medicina, por ejemplo, un programa *online* multimedia interactivo consiguió mejorar significativamente los síntomas de pacientes con asma infantil, lo cual tuvo una mayor tasa de éxito frente a la formación tradicional (Krishna *et al.*, 2003). El producto multimedia interactivo reúne

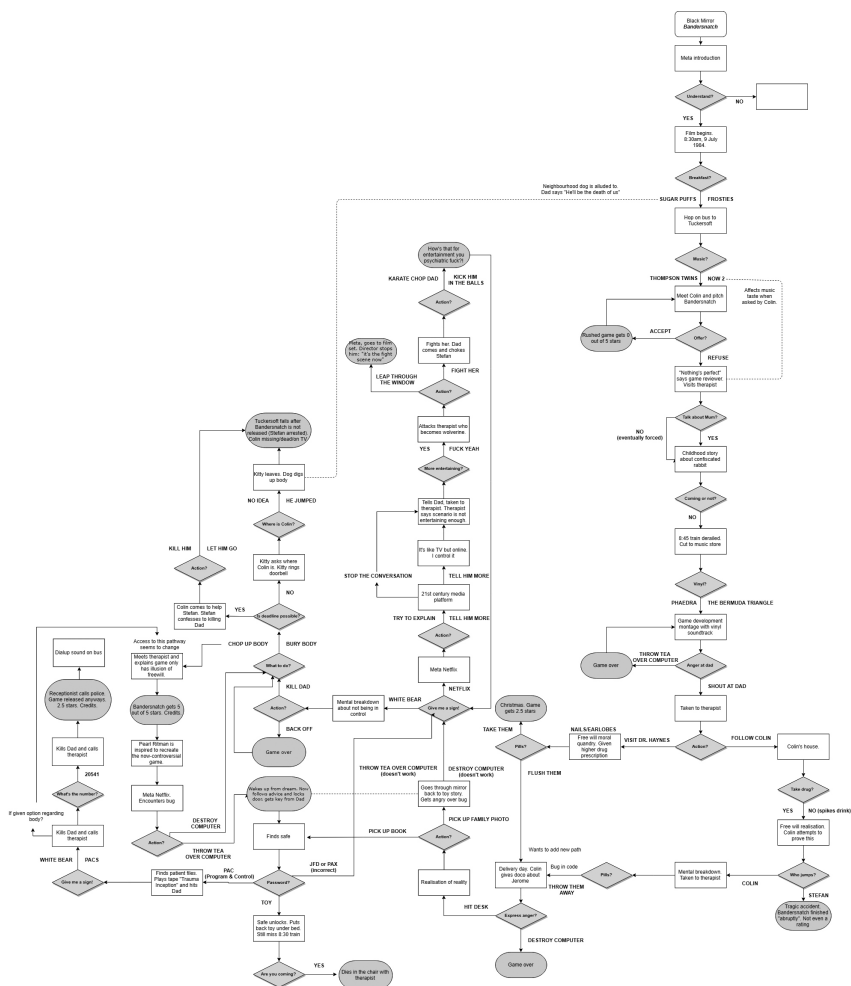


Figura 41. Diagrama con la estructura de contenido de la película *Black Mirror: Bandersnatch* en función de las decisiones del espectador.

Fuente: Alpine, 2018.

todas las características para transmitir conocimiento complejo y, por tanto, encaja con la necesidad que surge en el ámbito de la comunicación científica.

11.5. Videoartículo interactivo, proyecto piloto

El videoartículo que se presenta como ejemplo ilustrativo, es un proyecto piloto publicado en el número 2 de la *Revista Cine, Imagen y Ciencia* con el título de «Método científico y datos abiertos en educación. Videoartículo interactivo sobre el proyecto Escuelas Comciencia» (Gértrudix-Barrio *et al.*, 2018) y está disponible en: bit.ly/IMVpaper. Presenta los resultados iniciales del proyecto que se desarrolló en un colegio de la Comunidad de Madrid en 2017. Su producción fue posible gracias al proyecto Comciencia: Comunicación eficaz, eficiente y responsable para proyectos de investigación competitivos [CSO2017-82875-C2-1-R], comciencia.es.

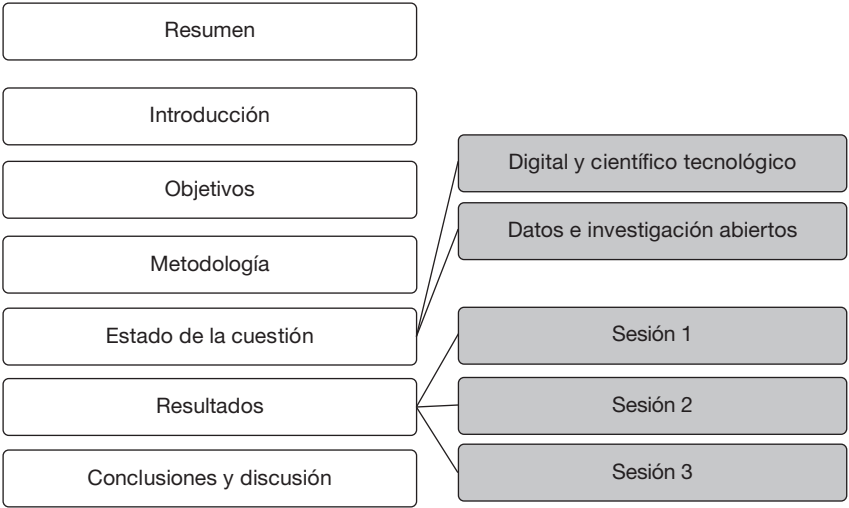


Figura 42. Estructura del contenido del videoartículo multimedia interactivo donde se muestran las diferentes secciones que corresponden al contenido mostrado en formato vídeo.

Fuente: elaboración propia.

Se trata de un producto para la comunicación científica que cuenta con todas las características para ser considerado multimedia interactivo. Su estructura de contenido se puede apreciar en la figura 42 (Romero-Luis *et al.*, 2020). Se trata del modelo IMRyD —un modo de presentación que en la actualidad está prácticamente estandarizado en muchas disciplinas (Teodosiu, 2019)—. Está dirigido a un público especializado, debido a su naturaleza científica, ya sea a investigadores o a estudiantes del ámbito educativo o de comunicación. El formato dominante de este producto es el vídeo. Además incorpora sonido, música, imagen estática, texto o mapas. Los botones de navegación permiten acceder a las diferentes secciones de la estructura del menú —del mismo modo que si estuviésemos navegando a través de las secciones de un .pdf— y los botones de acceso a información adicional facilitan información de otras fuentes de información, a través de una ventana que aparece en el propio videoartículo —figuras 43 y 44 (Romero-Luis *et al.*, 2020)—.

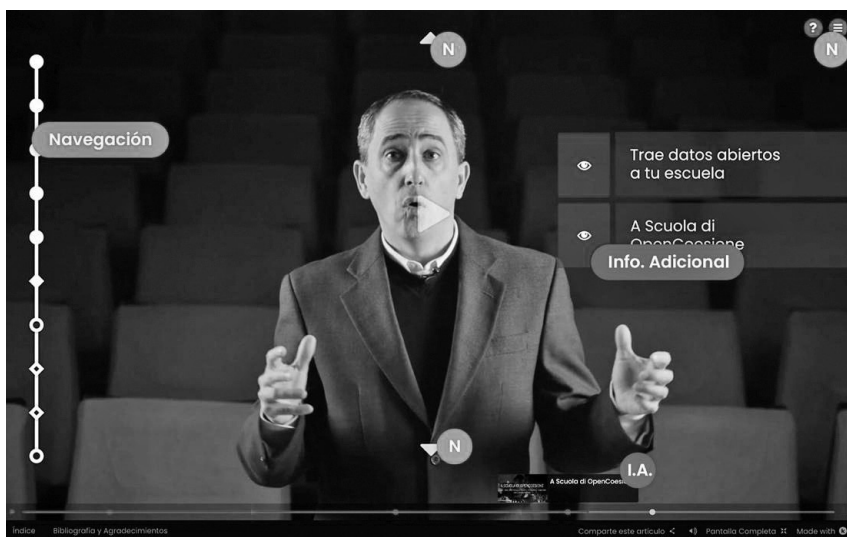


Figura 43. Botones de navegación entre las diferentes secciones y de acceso a información adicional del videoartículo multimedia interactivo. Fuente: elaboración propia.



Figura 44. Ventana de información que aparece al presionar algún botón de información adicional.

Fuente: elaboración propia.

11.6. Vídeo en 360 grados interactivo

Aunque en el capítulo 13 se aborda con más detalle el concepto y la elaboración de los vídeos 360 grados interactivos, se plantea aquí el modelo de producción de este tipo de productos a través de un ejemplo ilustrativo desarrollado dentro de las acciones de comunicación del proyecto BIOTRES-CM (2019) y que ha sido documentado por Sánchez Acedo (2019). El vídeo se titula *El proceso de pirólisis para la transformación de biorresiduos en productos de valor añadido* y explica el proceso de pirólisis catalítica por el cual el Instituto IMDEA Energía está investigando para lograr la creación de biocombustible. Además, el producto multimedia interactivo muestra las instalaciones donde se realizan estos ensayos y se puede navegar entre las diferentes salas. Está disponible en bit.ly/360pirolisis.

El público al que está dirigido este producto es especializado. El objetivo es llegar a científicos de su rama de conocimiento y,

además, servir para la formación de estudiantes universitarios para ilustrar el proceso de pirólisis catalítica a media escala. Por ese motivo la estructura es sencilla, pero con diversas capas de información. Como se puede ver en la figura 45, el contenido se divide en tres secuencias, que corresponden a cada una de las salas.

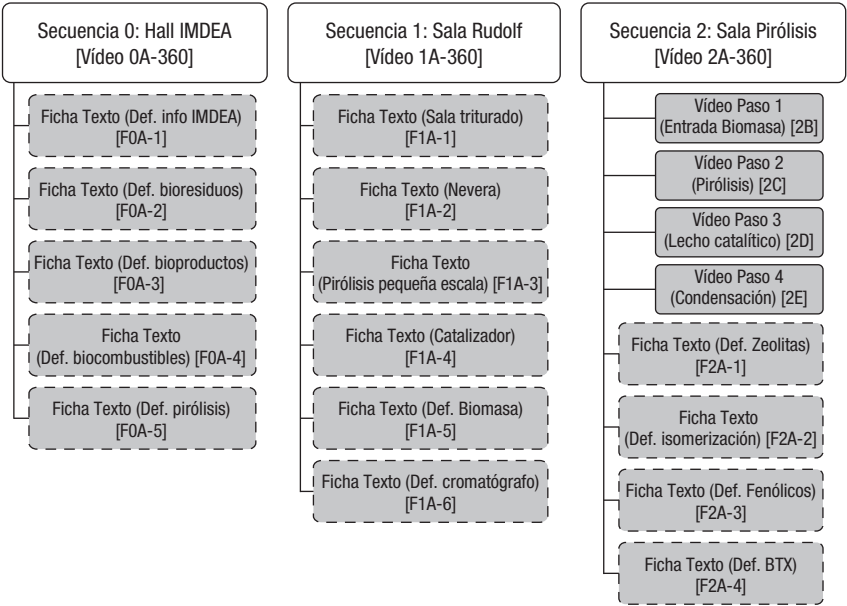


Figura 45. Diagrama de contenidos del vídeo 360° multimedia interactivo. Fuente: Sánchez Acedo (2019).

Una vez en la sala, el usuario puede navegar de secuencia a secuencia —mediante la pulsación de botones de navegación— y en torno a la misma sala —a través del arrastre sobre la superficie del espacio 360°— como se puede observar en figura 46. Además, existen botones de acceso a información complementaria, que permiten al usuario aclarar algunos conceptos o visualizar lo que se esconde tras las puertas que se encuentran. Este contenido corresponde con las fichas de texto —representadas con líneas intermitentes en la figura 45— y cuya apariencia se puede observar en la figura 47.



Figura 46. Secuencia 1: Sala Rudolf [Vídeo 1A-360] del vídeo 360° multimedia interactivo. Fuente: Proyecto BIO3 (2019) y Sánchez Acedo (2019).

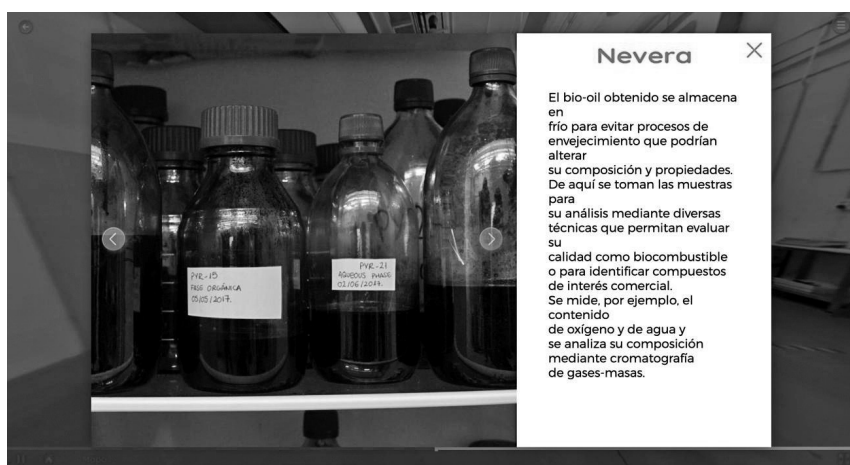


Figura 47. Ficha Texto: Nevera [F1A-2] del vídeo 360° multimedia interactivo. Fuente: Proyecto BIO3 (2019) y Sánchez Acedo (2019).

Debido a la complejidad del contenido en la Secuencia 3: Sala Pirólisis, se utilizan vídeos para entrar al detalle en el proceso de pirólisis. La información aparece sólo cuando el usuario lo necesita.

11.7. Proceso de producción de un artículo multimedia interactivo

El desarrollo de productos educativos requiere la intervención de un equipo de profesionales especializados entre el que se encuentran diseñadores y técnicos audiovisuales (Gértrudix-Barrio *et al.*, 2017). Además, una figura imprescindible es la del docente o investigador que aporta la documentación necesaria en relación al contenido. Esta labor se lleva a cabo en el proceso de guionización multimedia, en la que se centrará este capítulo.

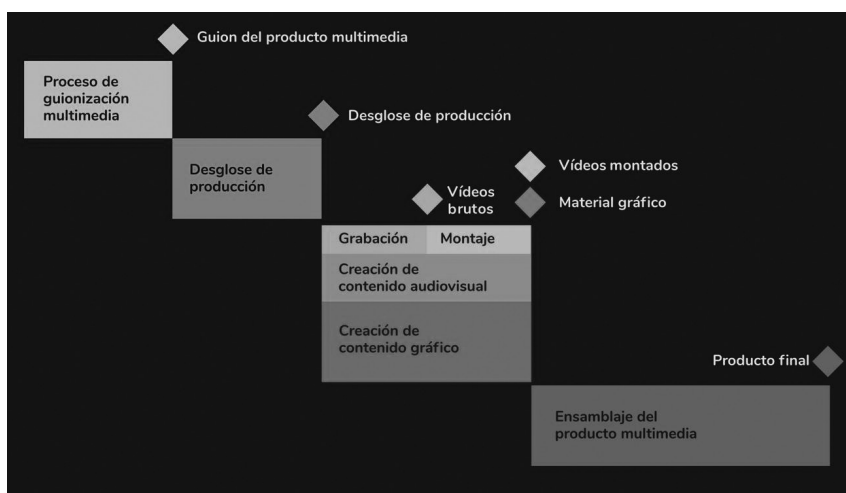


Figura 48. Proceso de producción del videoartículo multimedia interactivo y del vídeo 360 grados interactivo. Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración del contenido participan dos figuras fundamentales en el primer proceso: el científico experto en la materia y el guionista multimedia. El trabajo que realizan las dos figuras tiene como resultado el guion del producto multimedia en el que se basarán los demás profesionales en las fases posteriores (Romero-Luis *et al.*, 2020).

El proceso de guionización, que se desglosa en la figura 48, comienza con la elaboración de la estructura de contenidos. Participan tanto el científico experto —en ocasiones más de uno—

como el guionista. La labor del experto se basa en aportar la información necesaria en relación al contenido del producto, mientras que el guionista realiza una adaptación de los contenidos teniendo en cuenta el público al que va dirigido el producto. Mediante el trabajo conjunto entre ambos roles, se crean las diferentes versiones de guion que se revisan y evoluciona en las diferentes iteraciones —figura 48—.

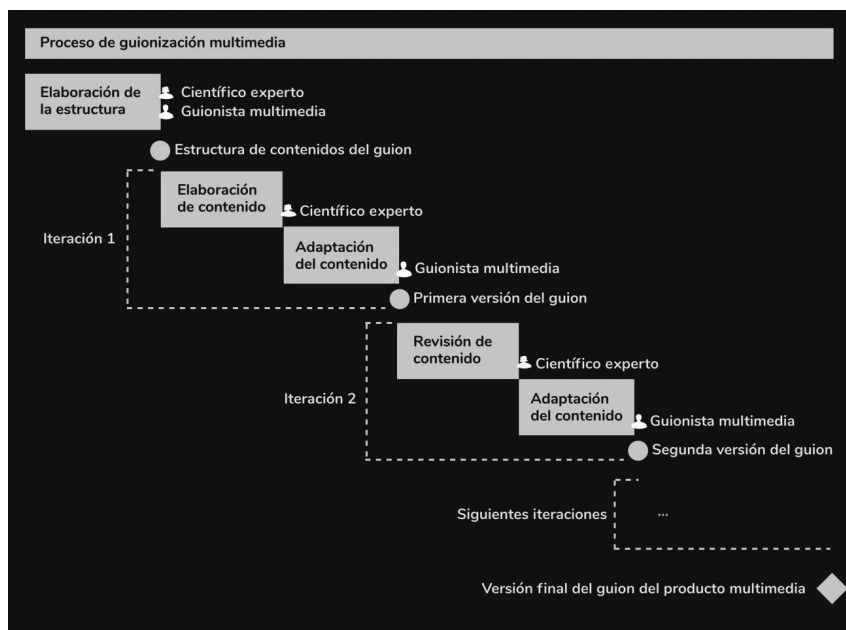


Figura 49. Desglose de iteraciones de la fase de elaboración del guion multimedia.

Fuente: elaboración propia.

Tras la creación del guion se ponen en marcha los demás profesionales y no se requiere más la figura del científico experto, a no ser que sea necesario en la grabación de los contenidos. Esto ocurre en los dos productos mostrados como ejemplo en este capítulo.

11.8. Conclusiones

La transmisión de contenidos de índole científica a través de productos multimedia es una alternativa muy adecuada cuando se trata de información compleja y especializada. El producto multimedia no tiene la capacidad de sustituir al artículo científico tradicional, pero sí de complementarlo. Utilizar un vídeo para transmitir cierta información, o de algún otro producto de carácter multimedia, puede ser más adecuado a la hora de detallar procesos o experimentos novedosos (JOVE, s.f.). Se ha visto, además, que el formato necesariamente no tiene por qué influir en la calidad del contenido científico (Jamali *et al.*, 2018).

Es necesario que todos los agentes implicados en el proceso de creación de contenido científico conozcan las posibilidades que ofrece la comunicación científica. De este modo podrán proceder a la transmisión del conocimiento en el formato más adecuado, ya se trate de resultados o de procesos de investigación.

El videoartículo multimedia interactivo se manifiesta como una herramienta complementaria al artículo de investigación. Sus características permiten al espectador/lector/usuario generar el propio relato cuando se interacciona con el contenido. A diferencia de un vídeo lineal —con un inicio y un fin establecidos en la línea de tiempo—, el vídeo interactivo permite atravesar capas de información con la posibilidad de retroceder generando así un discurso adaptado a las necesidades del receptor.

El vídeo 360 grados interactivo ofrece una alternativa plausible para la transmisión de conocimiento cuando se trata de procesos complejos en instalaciones especializadas que requieren de la intervención de uno o varios profesionales. Su punto inmersivo es muy adecuado para generar mayor atención cognitiva y emocional (Roberts, 2018). Por todo ello, es un producto adecuado para la formación especializada y para su uso educativo.

A pesar de sus grandes ventajas, la creación de estos productos cuenta con limitaciones. El proceso de creación de productos multimedia interactivos requiere diversos roles profesionales que encarecen su valor. Esto impide que toda la comunidad científica pueda elaborar estos productos. Además, desde el punto de

vista del espectador/lector/usuario también presenta algunos inconvenientes. La complejidad de utilización, sumado a la tradición de espectador pasivo que está implícita en nuestra sociedad, requieren un esfuerzo extra. Esto implica un aumento en la curva de aprendizaje y puede resultar una barrera a la que, inevitablemente, el espectador/lector/usuario debe enfrentarse.

Asimismo, queda mucho trabajo por hacer para: mejorar procesos de producción aumentando su eficacia y abaratando su coste; explorar nuevas herramientas más usables que permitan la transmisión de contenido científico; estudiar nuevos formatos que no necesariamente requieran del vídeo como elemento principal; e investigar posibilidades de carácter más inmersivo con el fin de averiguar formas de acceso al conocimiento científico más efectivas.

11.9. Referencias

- Alhamdani, D. (2008). «Roles and Importance of Multimedia in Higher Education», en *ED-MEDIA 2008 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. Disponible en: <https://www.learntechlib.org/primary/p/28540/>
- Bubela, T.; Nisbet, M. C.; Borchelt, R.; Brunger, F.; Critchley, C.; Einsiedel, E., *et al.* (2009). «Science communication reconsidered», en *Nature Biotechnology*, 27(6), págs. 514-518. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nbt0609-514>
- Dawdy, K.; Bonin, K.; Russell, S.; Ryzynski, A.; Harth, T.; Townsend, C., *et al.* (2018). «Developing and Evaluating Multimedia Patient Education Tools to Better Prepare Prostate-Cancer Patients for Radiotherapy Treatment (Randomized Study)», en *Journal of Cancer Education*, 33, págs. 551-556. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13187-016-1091-5>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2019). Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2018, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. Disponible en: <https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>

- Finkler, W. y Leon, B. (2019). «The power of storytelling and video: a visual rhetoric for science communication», en *Journal of Science Communication*, 18(5). Disponible en: <https://doi.org/10.22323/2.18050202>
- Gértrudix-Barrio, M.; Rajas-Fernández, M. y Álvarez-García, S. (2017). «Metodología de producción para el desarrollo de contenidos audiovisuales y multimedia para MOOC», en *Ried*, 20(1), págs. 183-203. Disponible en: <https://doi.org/10.5944/ried.20.1.16691>
- Gértrudix-Barrio, M.; Romero-Luis, J. y Barrera-Muro, D. (2018). «Método científico y datos abiertos en educación-Videoartículo interactivo sobre el proyecto Escuelas Comciencia», en *Revista Cine, Imagen y Ciencia*, 2, págs. 12-24. Disponible en: https://revista.revistacineimagenciencia.es/numero02/01_gertrudix_barrio_romeroluis_barrermuro_12-24.pdf
- Iskandar, A.; Rizal, M.; Kurniasih, N.; Sutiksno, D. U. y Purnomo, A. (2018). «The Effects of Multimedia Learning on Students Achievement in Terms of Cognitive Test Results», en *Journal of Physics: Conference Series*, 1114, 12019. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012019>
- Jamali, H. R.; Nabavi, M. y Asadi, S. (2018). «How video articles are cited, the case of JoVE: Journal of Visualized Experiments», en *Scientometrics*, 117(3), págs. 1821-1839. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2957-6>
- JoVE. (s.f.). *ABOUT JoVE*. Disponible en: <https://www.jove.com/about/>
- Krishna, S.; Francisco, B. D.; Balas, E. A.; Konig, P.; Graff, G. R. y Madsen, R. W. (2003). «Internet-Enabled Interactive Multimedia Asthma Education Program: A Randomized Trial», en *Pediatrics*, 111(3), págs. 503-510. Disponible en: <https://doi.org/10.1542/peds.111.3.503>
- Mayer, R. E. (2002). «Multimedia learning», en *Psychology of Learning and Motivation*, 41, págs. 85-139. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742102800056>
- Mayer, R. E. (2005). *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, Cambridge University Press, págs. 31-48. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>

- Moore, M. G. (1989). «Editorial: Three types of interaction», en *American Journal of Distance Education*, 3(2), págs. 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08923648909526659>
- Proyecto BIO3 (2019). *Bioeconomía circular en el entorno urbano. Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344)*, financiado por la Comunidad de Madrid y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Disponible en: <https://madrid.bio3project.es>
- Roberts, D. (2018). «The engagement agenda, multimedia learning and the use of images in higher education lecturing: or, how to end death by PowerPoint», en *Journal of Further and Higher Education*, 42(7), págs. 969-985. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1332356>
- Romero-Luis, J.; Carbonell-Alcocer, A. y Gértrudix Barrio, M. (2020). «El video artículo multimedia interactivo, un formato innovador para la comunicación científica», en Álvarez, R. y Rajas M. (eds.), *Paradigmas de la Narrativa Audiovisual. Los Flujos de la imagen*. ASRI. n.º 18, págs. 90-110. Eumed.net-URJC. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/asri/18/video-articulo.html>
- Sánchez Acedo, A. (2019). *El vídeo inmersivo en la comunicación científica de proyectos sobre bioeconomía* (Trabajo Fin de Grado), Universidad Rey Juan Carlos, Fuenlabrada. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10115/16348>
- Slade, D. (2018). *Black Mirror: Bandersnatch* [Película]. Netflix.
- Teodosiu, M. (2019). «Scientific writing and publishing with IMRaD», *Annals of Forest Research*, 62(2), págs. 201-214. Disponible en: <https://doi.org/10.15287/afr.2019.1759>
- Tien, L.-C.; Chiou, C.-C. y Lee, Y.-S. (2018). «Emotional Design in Multimedia Learning: Effects of Multidimensional Concept Maps and Animation on Affect and Learning», en *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, 14(12). Disponible en: <https://doi.org/10.29333/ejmste/94229>

12

Comunicar la Ciencia con Tecnologías Interactivas e Inmersivas y Gráficos Computacionales 3D

Jose Luis Rubio-Tamayo¹

Ideas clave

Para aprovechar la oportunidad que brindan las tecnologías interactivas e inmersivas de realidad extendida debes:

- Seleccionar aquella tecnología que mejor se adapta al propósito que buscas.
- Ello implica el tipo de plataforma en el que va a ser expuesto el contenido y la cantidad de público que puede tener acceso a esa tecnología.
- Elegir el medio en función del grado de capacidad de representación del fenómeno, así como el grado de especialización que requiere.
- Considerar el flujo de información y divulgación: genérica, representación de la información, la simulación de entornos seguros o la realización de un laboratorio virtual o *Lab*.

1. Profesor, Departamento de Ciencias de la Comunicación y Sociología. Investigador, Ciberimaginario. Universidad Rey Juan Carlos.

12.1. Introducción

La ciencia y la tecnología siempre han evolucionado de manera paralela, retroalimentándose de manera permanente. En una época de digitalización de los contenidos audiovisuales, es habitual que muchos de los procesos creativos y de producción, así como los bienes que actualmente generamos y consumimos, migren al mundo digital.

Es ahí donde tecnologías emergentes, pero también consolidadas debido a la rápida evolución de éstas, ejercen un rol fundamental, y es un reto importante por parte de la comunidad científica y académica, así como de otros agentes, investigar qué posibles usos se le puede dar para que su aplicación sea realmente efectiva. Esta es una cuestión que ocurre con cualquier disrupción tecnológica, tanto en su fase de emergencia como en su fase de consolidación, y es por ello por lo que no resulta una tarea sencilla.

La temática en la que se centra este documento tiene que ver con un término cuyo uso empieza a ser cada vez más extendido, pero, que, por el contrario, cuyos límites definitorios todavía no tienen todavía el consenso de la comunidad académica, debido a la constante evolución, precisamente, de las aplicaciones tecnológicas que conforman el fenómeno. Estamos hablando de la «realidad extendida» (RX o XR), un término empleado recientemente —según autores como Gownder *et al.* (2016)— para tratar de resolver las limitaciones que presentan, a nivel conceptual, los términos «realidad virtual», «realidad aumentada», o «realidad mixta», sin renunciar a su uso para casos específicos.

El uso del término «realidad extendida» pretende, por lo tanto, implementarse como un modelo más global y transversal, y es en este manuscrito desde donde nos planteamos que el concepto tiene mucho recorrido para ser definido y para que haya ciertos componentes que posibiliten la reflexión sobre los rasgos que le caracterizan. Es decir, es imprescindible, y es lo que se plantea desde aquí, determinar parte de los rasgos que hacen que el término englobe el resto de las realidades, como la realidad virtual y la realidad mixta, la cual incluye, a su vez la realidad aumentada.

Otro de los aspectos fundamentales, y en los que se centra este documento, es su aplicación al campo de la comunicación científica. Y cuando nos referimos a comunicación científica incluimos una amalgama de acciones y medios por el que se va a transferir el conocimiento generado por la ciencia, tratando de diseñar un modelo que nos permita ver las múltiples posibilidades existentes para comunicar, actuales, pero también futuras. En lo referente a la idea de transferir el conocimiento, no solamente se habla de divulgación, sino de todas las acciones potenciales que se pueden llevar a cabo en un entorno que presente simulación inmersiva, incluyendo el entrenamiento en entornos seguros y los mecanismos de representación que ofrecen las tecnologías 3D. Se trata, al fin y al cabo, de desarrollar una tentativa para articular el diseño de modelos, protocolos y modos de uso, entre otros, en base a las posibilidades inmediatas que en un futuro puede presentar esta tecnología, para, de este modo, diseñar acciones comunicativas que posibiliten habilitar la realidad extendida como un medio eficiente y efectivo.

12.2. Contexto: la realidad extendida como medio

El contexto de la realidad extendida viene marcado, de una manera muy evidente, por la evolución de la realidad virtual, aumentada y mixta. El término viene, justamente, y de este modo, enfatizado por la cuestión de que la propia evolución tecnológica que se está produciendo va a determinar los rasgos de la realidad extendida. Este hecho ampliaría de manera clara el rango de posibilidades comunicativas e interactivas, puesto que es la propia tecnología la que, a medida que va evolucionando, viene incrementando de manera simultánea los potenciales niveles de interacción entre la persona y el entorno o información, simulados por medios digitales.

Si nos atenemos a las publicaciones científicas surgidas en los últimos años, y que abordan la definición alrededor del concepto de la realidad extendida o XR, podemos observar que éstas son mucho menores que las que se encuentran para el caso de térmi-

nos asociados a la realidad virtual, aumentada, mixta, etc. De hecho, existen pocas definiciones al respecto todavía, con lo que supone aún más, si cabe, un desafío a la hora de definir los rasgos que caracterizan este concepto que engloba un conjunto de tecnologías y de medios en constante evolución. Entre las publicaciones académicas y científicas que se pueden observar en torno a este fenómeno, podemos encontrar las aportaciones de Mann, Furness, Yuan, Iorio y Wang (2018), los cuales ya hacen referencia a la realidad extendida como el fenómeno que englobaría el resto de las categorías (realidad virtual, aumentada y mixta), en lo que definirían como *all reallity* (o toda la realidad). Es decir, bajo esta premisa, sería posible considerar la realidad física como parte de la realidad extendida, siendo ésta un soporte más donde existen numerosas posibilidades a la hora de integrar información digital, como ya ocurre con la realidad aumentada. De hecho, uno de los rasgos del medio es que la producción científica y académica tratando de definir la realidad extendida prácticamente acaba aquí, existiendo, no obstante, algunas aportaciones puntuales que han tratado de aportar una serie de definiciones (Mann *et al.*, 2018; Rubio-Tamayo, 2019) al término, que encajaría en una definición aproximada del «conjunto de realidades generadas con medios digitales y combinadas con componentes del espacio real, como sería, en este caso, la realidad extendida» (Rubio-Tamayo, 2019, pág. 399).

Así, por ejemplo, la realidad extendida sería un término cuyo significado parte de la evolución de lo que Milgram y Kishino (1994) vendrían a definir como «continuo de la virtualidad». Los autores, ya por entonces, aplicaban esa terminología a los dispositivos que se habían desarrollado hasta la época en la que publicaban sus estudios: los años noventa, en los que también surgen las teorías de Biocca y Levy (1995) con respecto a la realidad virtual, definiendo la realidad virtual como un sistema o un medio de comunicación. La diferencia radica, no obstante, en la evolución de la tecnología y los mecanismos de interacción con la información digital que se han ido desplegando desde los años noventa, donde, si bien Milgram y Kishino ya parten de su idea de la información real-virtual como un continuo, la tecnología

actual permite re combinaciones de información real y virtual inéditas hasta la fecha, de ahí la necesidad de redefinir constantemente conceptos como realidad virtual o realidad aumentada, e integrar los rasgos que van emergiendo en torno al término de la realidad extendida, siendo ésta un signo lingüístico cuyo significado se encuentra en proceso de constante construcción —en base a teorías como las de Peirce o Lacan, desde finales del siglo XIX hasta nuestros días— (Peirce, 1991; Lacan, 1988).

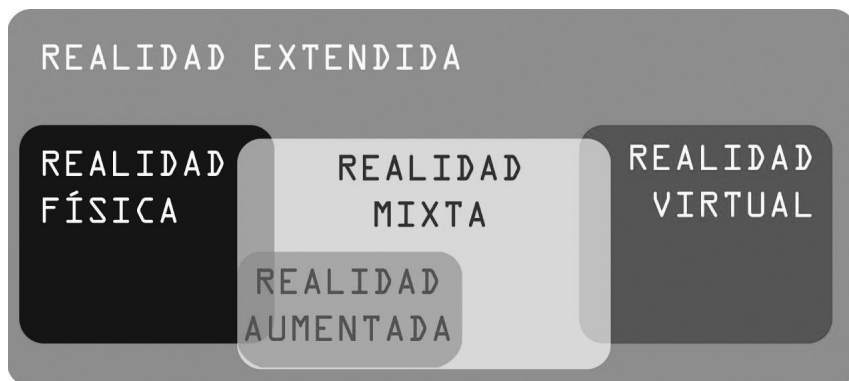


Figura 50. Representación visual de la propuesta taxonómica de las categorías que incluirían la realidad extendida. Fuente: elaboración propia.

En la figura 50 se muestra una representación visual de la propuesta taxonómica de las categorías que incluirían la realidad extendida, dentro de las cuales estarían la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta. La propuesta parte de la definición del continuo de la virtualidad de Milgram y Kishino (1994), tratando, en el contexto actual, de realizar una aproximación al encaje de la realidad extendida y la definición de la misma, en un contexto en el que una tecnología puede presentar una combinación de información proveniente del mundo físico y digital. Integra, también, el enfoque de Mann *et al.* (2018) de la realidad extendida como *all reality*.

12.3. Colaboración entre realidad extendida y ciencia

Si nos centramos en el carácter ontológico de la realidad extendida y las categorías que ésta incluiría, sí que podemos observar que las tecnologías que entran dentro de tal categoría vienen siendo, desde hace por lo menos tres décadas, objeto de un estudio exhaustivo de cara a sus potenciales aportaciones en el ámbito de la producción científica. Estas aportaciones se centrarían en la mejora de los procesos de la simulación de eventos, pero también en el campo de la comunicación científica. En parte, la realidad extendida, y por ende, la realidad virtual, aumentada y mixta, han sido un campo prolífico a la hora de proponer innovaciones en el ámbito del abordaje del conocimiento científico. Ciertamente es que la rápida evolución de los dispositivos ha producido una situación en la que muchos de los proyectos que se han ido desarrollando han entrado dentro de la dinámica ensayo-error.

La cantidad de literatura académica que hace referencia a estos procesos de colaboración entre las tecnologías de realidad extendida y el ámbito de la comunicación o divulgación científica, así como representación o simulación de contenidos de carácter científico, es bastante abundante ya desde los años noventa, y se ha ido diversificando en los últimos años.

En la década de los noventa ya es posible observar trabajos académicos que ponen énfasis en las posibles aplicaciones de esta tecnología, por entonces con evidentes limitaciones, en el campo científico. Así, en esa década podemos destacar los trabajos de Kaltenborn y Rienhoff (1993), quienes ya referencian el potencial de la tecnología de realidad virtual para la enseñanza en el campo de la medicina. Newby (1993), por su parte, presenta estudios en la misma línea, abriendo el abanico de posibilidades del campo de aplicaciones en la medicina a otros ámbitos de la ciencia y de la tecnología, muchos de ellos emergentes como la robótica. Relevantes son, también, en esa misma década, los trabajos de Taylor *et al.* (1993), planteando la aplicación de la realidad virtual al campo de la nanotecnología.

La primera década de los 2000 sufre un incremento exponencial de las posibilidades de aplicación de la realidad virtual al campo del aprendizaje, la divulgación y la representación de la ciencia. Esto es debido, en parte, a la evolución de las herramientas de realidad extendida, por un lado. Por otro, del terreno que ya se ha recorrido en ese ámbito en el que la tecnología se encontraba en una fase emergente, tanto en la parte del desarrollo, como de las aplicaciones a casos concretos. Es en esta década cuando es posible encontrar referencias en el ámbito académico con un gran interés a nivel de potencial aplicación. Entre estos exponentes ya podemos encontrar proyectos de aprendizaje de la ciencia en entornos de realidad virtual (Mintz *et al.*, 2001; Moreno y Mayer, 2002), que hacen, además, referencia al potencial lúdico de la misma. Es en esta década cuando las aplicaciones y los usos de la realidad virtual comienzan a diversificarse, siendo muchas de ellas planteadas en el contexto de la educación y el aprendizaje a través de la simulación (Manseur, 2005). También son de especial relevancia los trabajos de Bailenson *et al.* (2008) en este campo, incidiendo en la capacidad de la realidad virtual de desarrollar contenidos para el aprendizaje divulgativo de las ciencias. También se comienza a percibir un grado de especialización que hace que la realidad virtual se convierta en una herramienta viable para ser aplicada a campos específicos del conocimiento científico, en este caso de la medicina, como la rehabilitación de pacientes que han sufrido afecciones tales como derrames cerebrales o apoplejías (Merians *et al.*, 2002). En la misma línea van trabajos de Rose *et al.* (2005) aplicando la tecnología a la rehabilitación de pacientes que presentan dolencias relacionadas con algún tipo de daño cerebral. Y ya, para finales de la década, destacan trabajos como los de Kilmon *et al.* (2010), aplicados al aprendizaje de disciplinas en el contexto sociosanitario mediante tecnología de realidad virtual, como el campo de la enfermería, en línea de los propuestos por los autores mencionados anteriormente. También tenemos las propuestas de Lécuyer *et al.* (2008), que ya proponen la integración de las interfaces cerebro-computadora (*brain-computer interfaces*) como medio de interacción, lo cual presenta una serie de novedades en la forma en la que es posible, potencial-

mente, en un futuro, interactuar con la tecnología, con la información y con el espacio.

La década de los 2010 ha sido, sobre todo a partir de mediados de la misma, un periodo de consolidación y de puesta en común de esos resultados en base al ensayo-error que se ha ido produciendo en décadas anteriores. A ello hay que sumarle un desarrollo sin precedentes de las herramientas tecnológicas relacionadas con la realidad virtual, fundamentalmente a partir de la segunda mitad de la década, con la emergencia de dispositivos como Oculus Rift y HTC Vive. Es en esta década donde encontramos trabajos académicos relevantes, tales como el de Wexelblat (2014), quien realiza un recorrido de las aplicaciones de realidad virtual, detallando las posibilidades existentes en campos como la comunicación científica y la enseñanza-aprendizaje. La perspectiva lúdica de la tecnología, un factor relevante a la hora de desarrollar procesos de aprendizaje y divulgación científica, también se hace patente en estudios como los de Bressler y Bodzin (2013), y autores como Frischer (2011) plantean el potencial de representación de la realidad virtual en campos como las ciencias y las artes, incidiendo en el aprovechamiento del potencial interactivo de la tecnología para potenciar el carácter expresivo de la idea o el concepto que se quiera transmitir. No obstante, también encontramos estudios que, por otro lado, observan la aplicación de la realidad virtual bajo una perspectiva crítica, como aquéllos en los que Makransky *et al.* (2019) ponen en cuestión que una mayor presencia en un espacio virtual vaya a significar un mayor grado de aprendizaje. Fowler (2015) también se plantea esa cuestión, haciendo incidencia en el hecho de la carencia de una serie de líneas que contribuyan a desarrollar una pedagogía.

Es, no obstante, el conjunto de aportaciones en la literatura científica y académica en los últimos años lo que ha permitido hacer una aproximación a cómo se presenta el futuro inmediato en lo referente a comunicación científica y representación con herramientas de realidad extendida, fundamentalmente aquellas de realidad virtual y aumentada.

12.4. Realidad extendida y comunicación científica: hacia la propuesta de modelos

12.4.1. Factores de viabilidad de un producto multimedia

Si nos centramos, además, en el caso de la divulgación científica —en las formas en las que se ha especificado—, hay que tener en cuenta la necesidad de abordar un marco de desarrollo de la realidad extendida para este contexto. Uno de los puntos de partida de esta publicación es, justamente, sentar las bases de un desarrollo tecnológico basado en un escenario cada vez más complejo de replicación de la información proveniente de fuentes digitales, sumado a la diversificación de los mecanismos de representación e interacción que actualmente conocemos.

¿Y qué pasa cuando se habla de realidad extendida como medio para comunicar la ciencia? En ese caso, las publicaciones científicas son escasas hasta la fecha de hoy, centrándose en dominios concretos como la realidad virtual o aumentada.

Si se parte, no obstante, de la definición de la realidad extendida como medio, podemos dar a entender que el concepto es tan global y abarca tantos aspectos que es necesario delimitarlo por categorías o funciones. Por otro lado, es imprescindible realizar una clasificación de las posibilidades que existen para comunicar, divulgar y transmitir, dicho conocimiento científico. También observar de qué manera el conjunto de tecnologías que engloban el término de realidad extendida contribuye a ello, y qué modelos se pueden potencialmente desarrollar para dar una dimensión comprensible al conocimiento científico generado. Esto es debido a que la forma en la que se puede comunicar la ciencia es, hoy en día, multimedial, lo que implica que las posibilidades, a este respecto, se van expandiendo de manera exponencial.

Uno de los puntos de base de la comunicación científica es el artículo científico o *paper*, cuyo proceso de verificación y validación lo realiza la propia comunidad de expertos en el área en la que se enmarca la disciplina científica, los comúnmente denominados pares. Si bien este medio es fundamental para la comunidad científica y los/as expertos/as en determinadas áreas, y es la

base a través de la cual la ciencia se divulga para construirse, avanzar y corregirse, también es cierto que, para ciertos contextos, fuera de ese ámbito científico se hace necesario un proceso de mediación. Y la mediación es la que, precisamente, es objeto por parte de los agentes que pretenden llevar a cabo una divulgación. Así, ¿es necesaria esa mediación en absolutamente cualquier conocimiento potencialmente generado? La pregunta es de difícil respuesta. Probablemente no, o no inmediatamente. Esto es debido a que, en algunos contextos, el conocimiento sólo va a ser aplicado por personal altamente especializado en una materia y, a nivel de costes de producción de un producto audiovisual o multimedia (incluyendo el medio de la realidad extendida), puede no compensar, debido a la reducida cantidad de público al que va a llegar y a su nivel de especialización. Pero a largo plazo, tal vez puede ser oportuno divulgar esos resultados, representándolos de una forma gráfica, visual e interactiva, a una comunidad más amplia y con un menor grado de especialización en la materia, incluso a público generalista.

También estarían los temas científicos que, en gran medida, son de interés general. En el momento de la redacción de este texto, nos encontramos inmersos en la pandemia mundial provocada por la COVID-19, siendo esto uno de los mayores exponentes de cómo se hace necesario comunicar los avances científicos de una forma rápida y eficiente, de modo que ello ayude a la población general a adoptar medidas que pudieran contribuir a minimizar riesgos.

En otras condiciones, por ejemplo, donde la ciencia publica a otro ritmo, sin estar apremiada por cuestiones relacionadas con la salud pública, sí que puede ser necesario y conveniente profundizar en el desarrollo de un producto multimedia e interactivo para abordar sobre un tema más generalista, siempre desde un estricto punto de vista científico, para crear una experiencia que posibilite el acceso a un conocimiento lo más fidedigno posible a la realidad que pretende estudiar la ciencia. Así, a este respecto, podemos evaluar la viabilidad del desarrollo de un producto multimedia interactivo, y, en no pocas ocasiones, inmersivo, y cómo éste va a depender de varios factores, que se enumeran a continuación:

- El grado de desarrollo de la tecnología que se quiere usar para representar el fenómeno (en este caso, la realidad extendida), y, por ende, la reducción de los costes de desarrollo e implementación de ésta. Esto implicaría, además, el tipo de plataforma en el que va a ser expuesto el contenido, y la cantidad de público que potencialmente pueda tener acceso a una tecnología determinada. Este punto sería un factor de carácter positivo, de cara a su grado de viabilidad en el potencial desarrollo.
- El grado de interés generalista sobre un fenómeno concreto en un ámbito específico. Sería, también, un factor positivo.
- El grado de capacidad de representación de un fenómeno de un medio escrito (*paper*) hasta un medio potencialmente interactivo (como es el caso de la realidad extendida). Esta correlación entre la representación conceptual y semántica y su traslación a una representación potencialmente realista y al mismo tiempo simbólica (de forma que sea más inteligible que la propia realidad) es fundamental, y es uno de los pilares en los que se va a basar la divulgación científica. Éste también sería un factor positivo.
- El grado de especialización de la disciplina en sí, que está directamente relacionado con el grado de interés generalista (de manera inversamente proporcional). Puede ser que una serie de publicaciones sean, en un momento determinado, de interés de una comunidad especializada, y sus mecanismos de divulgación sean comprensibles por esa parte de la comunidad. Éste sería un factor negativo en la medida en que, en cierto momento, no compensaría desarrollar un contenido multimedia debido a que los posibles costes sean mayores que la potencial mejora del mensaje que se quiere dar.

Este aspecto puede ser representado en la siguiente tabla, que muestra los factores analizados para evaluar la potencial viabilidad de un producto multimedia (que incluiría las tecnologías de realidad extendida) destinado a la comunicación científica en cualquiera de sus variables. La viabilidad dependería, en este caso, de una suma de factores positivos, como son el desarrollo,

el interés, la capacidad del fenómeno de ser representado, y un factor que influiría negativamente, que sería la especialización del público al que va destinado. Al ser más especializado, los contenidos tendrían que presentar un mayor grado de estudio de cara a su desarrollo, al mismo tiempo que se haría para un grupo más reducido, lo que incrementaría sus costes.

Tabla 3. Factores analizados para evaluar la potencial viabilidad de un producto multimedia

FACTORES PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO MULTIMEDIA			
Desarrollo de la tecnología	Interés en el fenómeno	Potencial del fenómeno de ser representado	Especialización de la disciplina científica
A mayor desarrollo, mayor viabilidad para la creación de un producto.	A mayor interés, mayor viabilidad para la creación de un producto, ya que hay un público potencialmente más amplio.	A mayor potencial del fenómeno de ser representado, mayor viabilidad debido a la facilidad de creación de éste.	A mayor especialización de la disciplina, mayor va a ser la complejidad del producto y menor va a ser el potencial número de usuarios.
Factor positivo en grado de viabilidad	Factor positivo en grado de viabilidad	Factor positivo en grado de viabilidad	Factor negativo en grado de viabilidad

Fuente: elaboración propia.

Es esta combinación de factores la que hace que un producto inmersivo fundamentado en el uso de la realidad extendida, al igual que un producto multimedia, vaya a ser viable a la hora de ser desarrollado. Podríamos, si cabe, añadir un quinto factor, que sería el interés de la experiencia generada. Es decir, el hecho de que una experiencia, con un buen diseño narrativo y de otros factores como, por ejemplo, el nivel de acabado de los gráficos del entorno o la facilidad de interacción con la experiencia pueden hacer que un producto de realidad extendida genere interés en un contenido determinado.

12.4.2. El flujo de información y divulgación: niveles de divulgación para desarrollo de contenidos

Por otro lado, también es conveniente clasificar de manera taxonómica las acciones divulgativas que se quieren llevar a cabo, centradas en el potencial de la tecnología de realidad extendida. La realidad extendida es la que posibilitaría el desarrollo de productos multimedia con diferente grado de interactividad-inmersión, involucrando las diferentes dimensiones sensoriales y cognitivas. Por lo tanto, los niveles de divulgación en entornos de simulación se podrían presentar de la siguiente manera, investigando en la integración de diferentes subniveles.

- Divulgación genérica: ésta iría dirigida a un público amplio con un grado de experiencia. El desarrollo de una experiencia de realidad extendida debería ser, en este caso, divulgativo, con una aproximación simbólica y un lenguaje y proceso interactivo que derivaran en una fácil comprensión por parte del/de la usuario/a del contexto científico en cuestión que se quiere representar. En este caso, no se requiere que el público adquiriera un elevado interés de especialización, sino una idea aproximada del fenómeno que se pretende dar a conocer. El medio, en este caso recurriendo a autores como McLuhan (1964), se adaptaría al mensaje o al conjunto de mensajes que se quiere transmitir. No obstante, utilizaría medios más tradicionales, con una capacidad de transmisión más eficiente, aunque existiera un grado de experimentación elevado en el desarrollo de los contenidos.
- Representación de información, ya sea ésta abstracta (por ejemplo, a modo de visualización de datos), una representación simplificada de un espacio o evento, o una recreación de un fenómeno científico. El lenguaje y la representación serían adaptables según el público, pero al ser potencialmente un entorno inmersivo en 3D, es fundamental tratar de estudiar e investigar los mecanismos de representación de una idea o un flujo de información en un entorno 3D potencialmente inmersivo y que pudiera ser observado desde diferen-

tes perspectivas, y cuya sintetización de la información fuera fácilmente comprendida. De hecho, el interés del potencial de la realidad extendida como medio de comunicación de la ciencia es el hecho de usar los niveles de interacción-inmersión que presenta para desarrollar manuales o protocolos de cómo representar en un espacio 3D información representada en otro medio, como pueden ser un *paper* científico, un conjunto de datos, o el registro de un evento o fenómeno por medios no visuales —como, por ejemplo, la detección de un exoplaneta o la codificación del genoma de un organismo determinado—. Sería, además, de forma paradójica, una reapproximación a la representación real, ya que, si bien la realidad la medimos con instrumentos complementarios a nuestros sentidos, esta información puede ser incompleta desde el punto de vista de los mismos, con lo que es imprescindible, en cierto modo, realizar una nueva representación, ya sea a través del lenguaje o los símbolos que ya conocemos, o bien a partir de nuestra experiencia visual en el espacio físico (realidad extendida).



Figura 51. Representación visual del flujo de información en el contexto del desarrollo del conocimiento científico. Fuente: Elaboración propia

En esta figura se muestra el flujo de información en el contexto del desarrollo del conocimiento científico. Por un lado, estaría la obtención de esa información, a través del método científico, ba-

sado en la observación y la experimentación. En muchas ocasiones, esa información no es directamente accesible, con lo que son necesarios instrumentos de medición (telescopios, microscopios, espectrómetros, etc.). La información obtenida por ese método daría lugar al conocimiento científico. Uno de los retos de las ciencias de la comunicación radica en desarrollar mecanismos para representar esa información a través de las herramientas de creación multimedia, de forma que ésta sea comprensible, y sea posible, además, un determinado grado de interacción. Es en este caso donde las tecnologías de realidad extendida juegan un papel relevante a la hora de concebir esos mecanismos de representación.

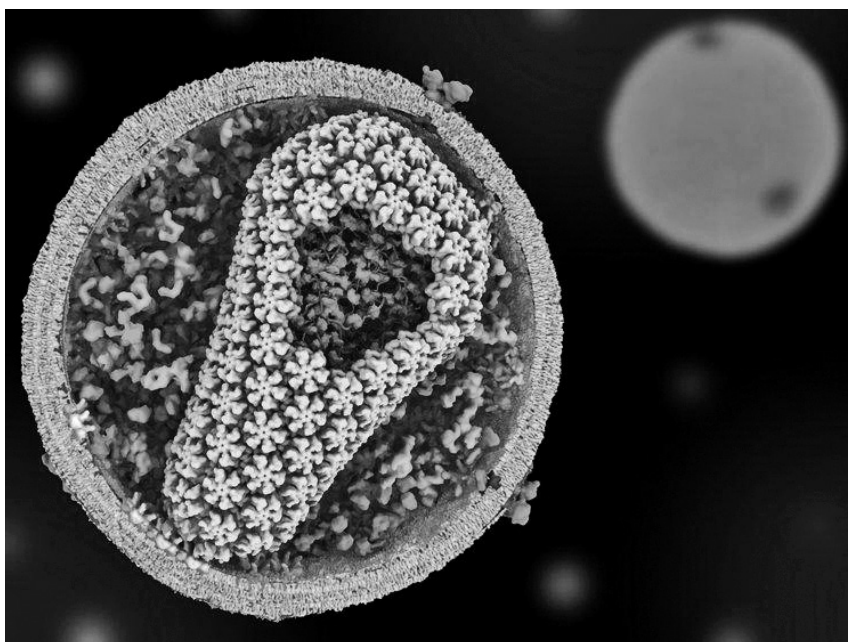


Figura 52. Representación tridimensional del virus VIH, de las artistas científicas Janet Iwasa y Grace Hsu. Fuente: Iwasa y Hsu (2019). The Animation Lab, University of Utah.

Esta imagen es un ejemplo de cómo las tecnologías de representación 3D son una de las herramientas aproximativas a la representación real, en muchos casos, bastante fidedigna. El proyecto

se llama Science of HIV (ciencia del VIH, en referencia al virus del SIDA) y está llevado a cabo por The Animation Lab de la Universidad de Utah.

En la siguiente, el modelo tridimensional sería, por ejemplo, una herramienta complementaria para la ayuda del diagnóstico; en este caso, la detección de tumores. La imagen se encuentra dentro del proyecto Virtual Reality for Scientists, desarrollado por Caltech.

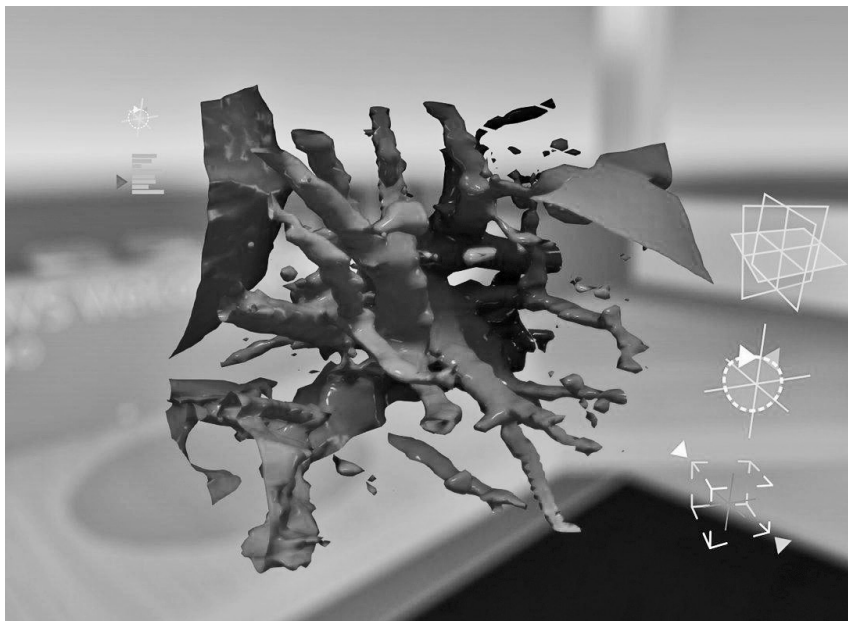


Figura 53. Representación tridimensional a partir de un modelo de tomografía axial computarizada o TAC. Fuente: Lombeyda (2019), Caltech.

- Simulación en entornos seguros: éste sería el siguiente paso en el conjunto de niveles de la representación de la información, e iría, en realidad, más allá de la mera representación —valga la redundancia—, para adentrarse en el terreno de la narrativa. Incluye, por ejemplo, los aspectos temporales e interactivos del usuario con el entorno. De este modo, ya se incluyen las acciones que el/la usuario/a puede realizar en ese entorno 3D. Éste sería aplicado, por

ejemplo, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, teniendo, en el caso que nos ocupa, la realidad extendida un papel fundamental, debido a su elevado potencial de ofrecer a los/ las usuarios/as un elevado grado de interacción con el medio y la información. El nivel de desarrollo de los contenidos no tiene en cuenta solamente su potencial visual y representativo, sino que tendría en cuenta, además, la forma óptima de interactuar con los objetos, el entorno y la información (desde el punto de vista de la ergonomía cognitiva) y, por otro lado, el desarrollo de los acontecimientos (lo que implicaría la integración de fenómenos como la narrativa). Si el paso anterior era una reaproximación a la representación de lo real, en este caso sería una simulación de eventos que pueden ser potencialmente reales. Los casos más paradigmáticos son los simuladores, si bien, a día de hoy, las posibilidades de crear contenidos se ven exponencialmente incrementados con la implementación de tecnologías de realidad extendida. Entraría, en este caso, también, el factor de aprendizaje basado en juegos a través de formatos como el *serious game*, o juego serio, si bien, nuevamente, las posibilidades ergonómicas e interactivas de la realidad extendida nos permitirían desarrollar contenidos que tuvieran un grado de interacción elevado, lo cual incrementa el rango de posibilidades de acciones que pueden ser llevadas a cabo. El nivel de especialización en el desarrollo de los contenidos sería, además, en este caso, mayor. Al mismo tiempo intervendrían agentes provenientes de diferentes disciplinas, como el diseño, las artes, las ingenierías, así como de todas las áreas especializadas en la disciplina en cuestión en la que se quisiera desarrollar el contenido simulado. Este fenómeno, entraría, además, dentro de la simulación en entornos seguros debido a que los riesgos de una situación real quedarían minimizados en un entorno de realidad extendida, tanto a nivel de ensayo-error, como por los potenciales peligros a los que se pueda exponer una persona todavía inexperta en una situación real (sin simulación).

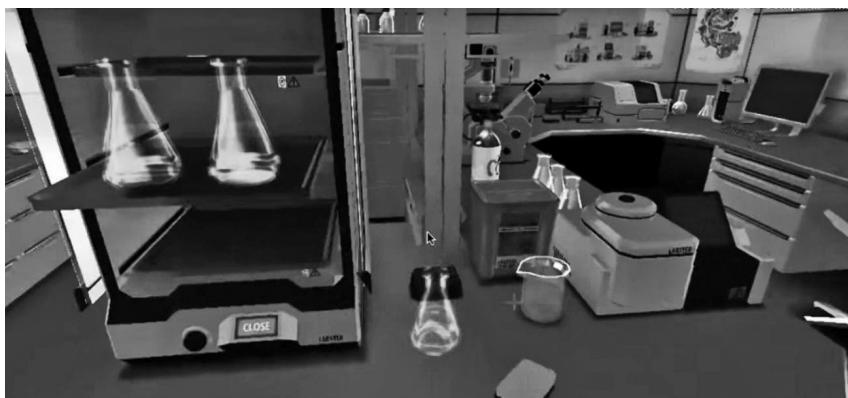


Figura 54. Ejemplo de laboratorio virtual o *Virtual Lab*. Fuente: Bodeckaer (2016).

El concepto de laboratorio virtual o *Virtual Lab* sería el tercer escenario en el que llevaríamos a cabo el uso de realidad extendida al campo de la divulgación del conocimiento científico. En este caso, además de representar de forma fidedigna a nivel visual, un entorno determinado, representamos (mediante la simulación) el funcionamiento de ese entorno, a través de los factores de la interacción con el mismo, por un lado, y el desarrollo narrativo, por otro. El *Virtual Lab*, en este caso, obtenido de un fragmento de la conferencia de TED de Bodeckaer, sería un exponente de simulación en entornos seguros (Bodeckaer, 2016).

12.5. Conclusiones

Es la necesidad de crear una cultura científica en diferentes ámbitos de la sociedad la que nos lleva a evaluar y analizar de manera constante la tecnología disponible y los medios para comunicar y desarrollar contenidos. Existe, hoy en día, un recorrido profundamente marcado para desarrollar lo que denominaríamos una ciencia de la divulgación científica; es decir, analizar, en el contexto de medios disponibles que se tienen en un momento determinado los procesos óptimos para comunicar. Y el conjunto de tecnologías que conforman la realidad extendida presenta,

desde luego, una serie de desafíos, pero también de oportunidades, de convertirse en uno de los múltiples medios de comunicación y de representación del conocimiento científico en los próximos años. Será, por ello, fundamental profundizar en el estudio de los mecanismos que nos permitan desarrollar contenidos inmersivos e interactivos de cara a optimizar la transmisión del conocimiento de los avances científicos en diferentes ámbitos y contextos sociales.

12.6. Referencias

- Bailenson, J. N.; Yee, N.; Blascovich, J.; Beall, A. C.; Lundblad, N. y Jin, M. (2008). «The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context», en *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), págs. 102-141.
- Biocca, F.; Kim, T. y Levy, M. R. (1995). *The vision of virtual reality. Communication in the age of virtual reality*, págs. 3-14.
- Bodeckaer, M. (2016). «This virtual lab will revolutionize science class», en *TED Talk*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=iF5-aDJOr6U>
- Bressler, D. M. y Bodzin, A. M. (2013). «A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game», en *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), págs. 505-517.
- Frischer, B. (2011). «Art and science in the age of digital reproduction: from mimetic representation to interactive virtual reality», en *Virtual Archaeology Review*, 2(4), págs. 19-32.
- Gownder, P.; Voce, C.; Mai, M. y Lynch, D. (2016). *Breakout vendors: Virtual and augmented reality*.
- Iwasa, J. y Hsu, G. (2019). *Science of HIV*, The Animation Lab, University of Utah.
- Fowler, C. (2015). «Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?», en *British Journal of Educational Technology*, 46(2), págs. 412-422.

- Kaltenborn, K. F. y Rienhoff, O. (1993). «Virtual reality in medicine», en *Methods of Information in Medicine*, 32(05), págs. 407-417.
- Kilmon, C. A.; Brown, L.; Ghosh, S. y Mikitiuk, A. (2010). «Immersive virtual reality simulations in nursing education», en *Nursing Education Perspectives*, 31(5), págs. 314-317.
- Lacan, J. (1988). *The Seminar of Jacques Lacan*, WW Norton & Company.
- Lécuyer, A.; Lotte, F.; Reilly, R. B.; Leeb, R.; Hirose, M. y Slater, M. (2008). «Brain-computer interfaces, virtual reality, and videogames», en *Computer*, 41(10), págs. 66-72.
- Lombeyda, S. (2019). *Virtual Reality fo Scientists*. Caltech CD3, en colaboración con JPL y NCI. Disponible en: <https://www.caltech.edu/about/news/virtual-reality-scientists>
- Makransky, G.; Terkildsen, T. S. y Mayer, R. E. (2019). «Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning», en *Learning and Instruction*, 60, págs. 225-236.
- Mann, S.; Furness, T.; Yuan, Y.; Iorio, J. y Wang, Z. (2018). *All reality: Virtual, augmented, mixed (x), mediated (x, y), and multimediated reality*. arXiv preprint arXiv:1804.08386.
- Manseur, R. (2005). «Virtual reality in science and engineering education», en *Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference*, págs. F2E-8, IEEE.
- McLuhan, M. (1994). *Understanding media: the extensions of man*. MIT press.
- Merians, A. S.; Jack, D.; Boian, R.; Tremaine, M.; Burdea, G. C.; Adamovich, S. V., et al. (2002). «Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke», en *Physical Therapy*, 82(9), págs. 898-915.
- Milgram, P. y Kishino, F. (1994). «A taxonomy of mixed reality visual displays», en *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), págs. 1321-1329.
- Mintz, R.; Litvak, S. y Yair, Y. (2001). «3D-virtual reality in science education: An implication for astronomy teaching», en *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(3), págs. 293-305.

- Moreno, R. y Mayer, R. E. (2002). «Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media», en *Journal of Educational Psychology*, 94(3), pág. 598.
- Newby, G. B. (1993). «Virtual reality», en *Annual Review of Information Science and Technology* (ARIST), 28, págs. 187-229.
- Peirce, C. S. (1991). *Peirce on signs: Writings on semiotic*, UNC Press Books.
- Rothbaum, B. O.; Hodges, L.; Watson, B. A.; Kessler, G. D. y Opdyke, D. (1996). «Virtual reality exposure therapy in the treatment of fear of flying: A case report», en *Behaviour Research and Therapy*, 34(5-6), págs. 477-481.
- Rose, F. D.; Brooks, B. M. y Rizzo, A. A. (2005). «Virtual reality in brain damage rehabilitation», en *Cyberpsychology & Behavior*, 8(3), págs. 241-262.
- Rubio-Tamayo, J. L. (2019). «Realidad extendida, interactividad y entornos inmersivos 3d: Revisión de la literatura y proyecciones», en *Actas Icono* 14, 1(1), págs. 396-415.
- Taylor, R. M.; Robinett, W.; Chi, V. L.; Brooks Jr, F. P.; Wright, W. V.; Williams, R. S. y Snyder, E. J. (1993). «The nanomanipulator: a virtual-reality interface for a scanning tunneling microscope», en *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, págs. 127-134.
- Wexelblat, A. (ed.) (2014). *Virtual reality: applications and explorations*, Academic Press.

13

Comunicar la ciencia con vídeos 360°

Alberto Sánchez Acedo¹ y Manuel Gértrudix Barrio²

Ideas clave

Para hacer un uso adecuado del vídeo 360° en tus planes de comunicación debes:

- Establecer una conexión fluida con los expertos científicos para adaptar el contenido a las posibilidades del relato inmersivo.
- Ser flexible y trabajar en conjunto de forma eficaz con el equipo científico.
- Fijar unos conceptos de comunicación concisos y desarrollarlos con precisión en el guión y la escaleta.
- Priorizar el atractivo del contenido y la información del proyecto respecto a otros aspectos técnicos o tecnológicos.
- Contemplar las diferentes opciones tecnológicas disponibles para trabajar con tecnología inmersiva, así como los diferentes tipos de cámaras 360° y programas informáticos de edición, y seleccionar aquéllos que son más adecuados para el proyecto a realizar.

1. Becario de investigación, Universidad Rey Juan Carlos.

2. Profesor titular de Comunicación Digital, Universidad Rey Juan Carlos.

13.1. Introducción

Acabas de acceder al edificio central de un importante centro de investigación tecnológica. Te entretienes mirando a tu alrededor; giras a la izquierda, a la derecha, miras para arriba... Científicos ataviados con bata blanca recorren el vestíbulo principal y acceden a diferentes salas. Se escucha el sonido de máquinas trabajando, algún murmullo a lo lejos, pero estás rodeado de un cierto silencio que lo envuelve todo. De repente, una voz llama tu atención. Tres científicos, en el centro del *hall* del edificio se dirigen a ti y te invitan a explorar sus instalaciones. ¿Estás preparado?

Así comienza el vídeo inmersivo «El proceso de pirólisis para la transformación de biorresiduos en productos de valor añadido» desarrollado en el proyecto de investigación BIO3 (2019) con la colaboración del Instituto IMDEA Energía de la Comunidad de Madrid (Ciberimaginario, 2019). Un ejemplo de cómo el vídeo 360° representa una nueva técnica comunicativa que tiene una aplicación directa y eficaz en la comunicación científica.

El vídeo inmersivo es un formato audiovisual capaz de capturar imágenes del mundo real, tanto en imagen fija fotográfica como en imagen en movimiento, que muestra la totalidad del entorno y permite la visualización y recorrido por los diferentes ángulos que rodean a la cámara. Como formato, rompe con la estructura habitual de elección del plano por parte del operador de cámara, dejando que sea el espectador quien elige cuál es el resultado final de la composición visual. De esta manera, el espectador participa en la construcción final del relato, siendo quien actualiza la estructura definitiva de éste con sus elecciones sobre el catálogo de opciones posibles preconfiguradas por el realizador.

En este capítulo se detallan las aplicaciones comunicativas generales que la tecnología 360° ofrece, y se analizan su utilidad y posibilidades narrativas aplicadas al desarrollo de un producto audiovisual inmersivo orientado a la comunicación científica.

En primer lugar, se muestra cómo la tecnología 360° es una herramienta eficaz y eficiente para el desarrollo de cualquier

producto audiovisual que presente información de carácter científico o tecnológico. En segundo, se ofrecen una serie de pautas y recomendaciones que permitan desarrollar un producto inmersivo funcional. Los consejos se enfocan a la realización de un proyecto de comunicación científica, aunque podrían aplicarse para cualquier otro tipo de proyecto profesional.

El objetivo es explicar qué es la tecnología 360° en el marco de la comunicación inmersiva, cuáles son sus aplicaciones y qué oportunidades diferenciales ofrece su aplicación para el desarrollo de un producto de comunicación científica atractivo, que active la inmersión de los espectadores, frente a otro tipo de tecnologías y formatos.

13.2. Comunicación inmersiva y vídeo 360°

La tecnología 360° ofrece una nueva forma de comunicar a través del vídeo. Permite al usuario interactuar con el relato recorriendo dinámicamente el espacio representado y activando opciones de exploración sobre éste, lo que ha favorecido la creación de nuevos formatos de comunicación inmersiva. Cheung define la comunicación inmersiva como:

Una experiencia visual, tan real que el participante se ve y se siente que reside en una realidad alternativa, aunque él físicamente sólo esté observando imágenes virtuales en una pantalla (Cheung, 2014).

Este formato audiovisual ofrece la capacidad de captar todos los ángulos posibles que rodean a la cámara, haciendo que todo el entorno que la envuelve pueda formar parte del espacio de representación y, en consecuencia, el espectador tenga la capacidad de activar qué forma parte del campo o del fuera de campo en cada momento con una simple navegación a través de dicho entorno. Este nuevo modelo de *storytelling* activa las dos dimensiones de la inmersión, narrativa y técnica, que han señalado diferentes autores (Bleumers *et al.*, 2012; Elmezeny, Edenhofer y Wimmer,

2018). Además, privilegia el punto de vista en primera persona para situar al espectador en la vivencia directa de la narración, revelada a través de su mirada, de manera que reciba la información como si estuviera vivenciando de manera presente y directa la acción. Ello entrega al espectador una experiencia de comunicación integrada en el relato al ofrecerle una sensación de integración dentro del mundo de la representación que, además, puede enriquecerse incluyendo información adicional en forma de imágenes y elementos sonoros. Se trata, como señala Domínguez-Martín (2013, pág. 115), de una forma privilegiada de encuentro entre lector y texto que proyecta tecnológicamente las figuras conceptuales de lector modelo de Umberto Eco (1993) y de lector implícito de Iser (1997).

La cámara 360° genera una esfera de visión en la que todo es visible al abarcar todos los grados posibles del campo de visión, a diferencia de una cámara convencional que únicamente comprende un campo de alrededor de unos 50°.

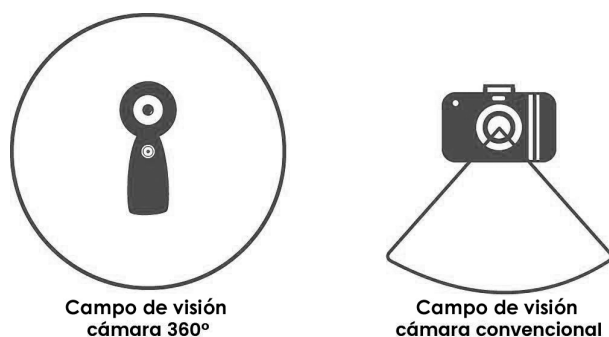


Figura 55. Diferencia en los campos de visión. Fuente: elaboración propia.

La comunicación inmersiva ofrece distintos grados dentro de un modelo progresivo que Milgram y Kishino (1994) denominaron «continuo de virtualidad». Este concepto sirve para establecer una clasificación de la comunicación inmersiva en función del grado de inmersión que generan sus productos: desde lo completamente real a lo completamente virtual, pasando por estados intermedios de realidad aumentada y virtualidad aumentada.

Dicho de otra manera, establece una escala en la que se gradúan las diferentes posibilidades de activación de la inmersión desde un mundo íntegramente real a otro que es asbolutamente virtual, recreado y sintético (Rubio-Tamayo, Gertrudix y García, 2017). Según en qué posición de esta escala se sitúe la representación creada, se acercará más al mundo real o al mundo virtual, ofreciendo una sensación mayor o menor de inmersión (Sánchez Acedo, 2019). De manera resumida, podemos establecer tres niveles:

- En el primer nivel se encuentra el entorno real o la realidad del mundo físico en el que el espectador se ubica.
- El segundo nivel lo presenta la realidad mixta o mezclada, que combina elementos del mundo real con elementos virtuales. De este nivel es característica la conocida realidad aumentada, entendida como aquélla que mezcla elementos virtuales con elementos reales sobreimprimiendo los primeros sobre los segundos. Un ejemplo de realidad aumentada es el videojuego para móviles «Pokémon GO».
- En el último nivel se encuentra la realidad virtual, la cual se aleja completamente del entorno real, creando una realidad completamente nueva mediante procesos de síntesis.

La tecnología de vídeo 360° corresponde al segundo nivel, ya que se trata de un sistema inmersivo conformado con elementos del entorno real sobre el que pueden incorporarse otros componentes reales diferentes o recreados sintéticamente. Los productos en este formato se pueden ver mediante una pantalla convencional sin necesidad de otros dispositivos adicionales. De esta manera, se consigue el entorno mínimo necesario para poder disfrutar de un producto de realidad mezclada en el que el usuario puede desplazarse por un medio inmersivo 360° haciendo *scroll* en la pantalla.

Por lo general, la comunicación inmersiva suele ofrecer una experiencia 360°, pero hay productos que no abarcan la totalidad de los ángulos. Por ejemplo, en un simulador de conducción no se puede disfrutar de todo el entorno 360° porque se obliga al espec-

tador a centrar la mirada en el ángulo de visión necesario para llevar a cabo una conducción eficiente. En estos simuladores ni es necesario ni se puede girar la cabeza para ver qué hay detrás del espectador (Sánchez Acedo, 2019).

13.3. Experiencias inmersivas para la comunicación científica

13.3.1. Contexto audiovisual inmersivo

El concepto de «audiovisual inmersivo» hace referencia a cualquier contenido audiovisual que emplea la tecnología inmersiva en la elaboración de sus productos y que se configura a través de la creación de un escenario que facilita y requiere el desarrollo de acciones reales, extranoemática, del espectador —externas a su pensamiento— (Domínguez-Martín, 2013, pág. 117). La temática de éstos puede ser muy distinta, dirigida al mundo del entretenimiento, al periodístico o, como es el caso, a la comunicación científica.

Aunque la aplicación de la tecnología 360° se ha investigado y experimentado desde hace tiempo —uno de los primeros reportajes inmersivos se realizó en 1997 para cubrir la celebración del Día de San Patricio en Nueva York bajo el formato de *situated documentaries* (Domínguez-Martín, 2015, pág. 414)—, la popularización de los productos audiovisuales inmersivos es relativamente reciente. A principios de la década de 2010 aparecen los primeros modelos de cámaras 360° dirigidos a un público generalista, aún poco manejables e incómodos. Pero el despegue se produce a partir de 2015 cuando se comercializan cámaras con mayores presentaciones tecnológicas y más recursos técnicos, como la Samsung Gear o la Ricoh Theta. Además, en ese momento, algunas plataformas de vídeo *online*, como YouTube comienzan a dar soporte a la publicación de vídeos en este formato, lo que favore su producción y popularización.

13.3.2. Principales características de los relatos inmersivos basados en el uso de la tecnología 360°

La tecnología de vídeo 360° ofrece algunas de las características básicas y propias de la comunicación inmersiva:

- Posibilita al espectador visualizar todo lo que rodea a la cámara generando un entorno altamente realista, en lo que Chambel, Chhaganial y Neng denominan hipervídeo (2011). Se consigue informar tal y como es la realidad, permitiéndole indagar cualquier ángulo de una acción (Elmezeny *et al.*, 2018).
- Ofrece una vivencia del relato audiovisual en primera persona, lo que permite al espectador participar activamente de la representación (Sheikh *et al.*, 2016).
- Entrega al usuario la capacidad de activar a voluntad las distintas opciones de visualización. Al poder examinar libremente todo el entorno, también puede elegir en qué plano centrar su atención o qué elementos interactivos seleccionar para profundizar en un contenido u obtener una información más completa de cualquier aspecto. Con todo, es importante que el diseño de la navegación evite algunas de las dificultades de desorientación y pérdida de foco que han documentado algunas investigaciones (Ardisara y Fung, 2018).

Además, la tecnología 360° es, cada vez más, un instrumento de comunicación económico y accesible, lo que facilita que pueda aplicarse en proyectos de comunicación científica de bajo coste.

13.3.3. Aplicaciones comunicativas generales de la tecnología 360°

La aplicación de la tecnología 360° para el desarrollo de productos audiovisuales inmersivos en distintas áreas profesionales es creciente. Son muchas las industrias que hacen uso de esta tecnología para dar a conocer sus productos y ampliar sus posibilidades comunicativas, como, por ejemplo:

- Industria audiovisual del entretenimiento. Tanto las industrias cinematográfica y musical como el universo de los videojuegos han experimentado con el formato 360° para probar algunos de sus productos (Pope *et al.*, 2017) y experimentar con la realidad virtual cinematográfica de 360 grados (Dooley, 2017) o los videoclips musicales inmersivos (Juul, 2018).
- Turismo e inmobiliarias. Estas industrias han encontrado en la tecnología 360° un medio para que la comunicación de sus productos —inmuebles, destinos, atracciones turísticas...— sea más atractiva (Yung y Khoo-Lattimore, 2017).
- Periodismo. Desde 2012, numerosos medios como el *New York Times*, la BBC o ABC News han elaborado reportajes, documentales y *webdocs* (Baía y Vasconcelos, 2018) en los que han experimentado con las opciones del vídeo 360° para informar de lo que pasa en el mundo de una manera más creativa (Mabrook y Singer, 2019).
- Publicidad. Las agencias de publicidad han desarrollado acciones de *marketing* experiencial en las que facilitan formas de vivenciar sus marcas y sus productos de manera inmersiva sus productos (Argyriou *et al.*, 2016), y han evaluado el impacto en términos de respuesta emocional y actitudes hacia las marcas (Feng, 2018).
- Educación. En el ámbito académico su uso se ha extendido a aspectos como la formación del profesorado (Hales y Kalyvaki, 2017), la elaboración de contenidos para el aula realizados por docentes (Snelson y Hsu, 2019) o estudiantes que realizan sus trabajos con este formato.

13.3.4. Aplicación de la tecnología 360° a la comunicación científica

Los conceptos y contenidos científicos y tecnológicos se prestan especialmente para su tratamiento mediante técnicas de relato inmersivo (Parong y Mayer, 2018). En la mayor parte de los casos permiten un tratamiento audiovisual que puede ser enrique-

cido con las opciones del vídeo 360° para generar un impacto emocional fuerte en los espectadores (Ramalho y Chambel, 2013) o contribuir al cambio de actitud sobre diferentes cuestiones como las medioambientales (Breves y Heber, 2019; Oh, 2020). Además, el uso de esta tecnología permite ampliar el impacto de los resultados de la investigación científica al aplicarlos, adaptados convenientemente, al entorno educativo. De este modo, por ejemplo, son muy útiles las representaciones inmersivas de viajes de campo, que permiten realizar recorridos o experimentar entornos de difícil acceso o lejanos para materias como las Ciencias de la Tierra (Mead *et al.*, 2018; Klippel *et al.*, 2019). Pero también en las Humanidades, para hacer recorridos virtuales por el patrimonio cultural (Argyriou, Economou y Bouki, 2020), o las Ciencias Sociales. El sitio web *Virtual Reality for Education* (2020) contiene un repositorio de vídeos 360 catalogado por disciplinas científicas (Astronomía, Física, Ingenierías, Biología...) que sirven de muestrario de todas las posibilidades de esta tecnología y ofrecen ideas para aplicar en nuestros proyectos.

En otros casos, la tecnología de vídeo 360° es utilizada para documentar los procesos de investigación, como las metodologías etnográficas (Gómez Cruz, 2017), lo que permite obtener un material base de grabación que puede ser usado posteriormente para elaborar productos de comunicación inmersiva.

Elaborar un buen producto de comunicación científica en formato 360° requiere enfocarse en algo más que el entretenimiento y la estética, ya que se debe priorizar la información que se desea transmitir. Como hemos visto, este tipo de tecnología emergente es especialmente atractiva, pero es fundamental aprovechar esta tecnología para realizar una comunicación eficaz y lograr llegar al público explicando los conceptos y procesos científicos de una manera accesible, y facilitando un mejor aprendizaje de los conceptos asociados al mensaje (Rupp *et al.*, 2016).

La capacidad de este formato de situar al espectador en primera persona le permite experimentar con mayor detalle el contenido científico que se presenta. Además, al poder visualizar todos los ángulos, podrá experimentar cómo es un proceso científico en su plenitud.

13.4. Cómo desarrollar un vídeo 360°

Como se ha explicado anteriormente, la tecnología 360° requiere un modelo de producción adaptado. El interés creciente de este formato facilita que cada vez se cuente con más soluciones que simplifican el proceso de elaboración de vídeo inmersivo, reduciendo el precio del *software* necesario y ofreciendo interfaces de edición y composición interactiva más intuitivas y ligeras, lo que reduce el número de competencias técnicas necesarias para su elaboración (Adão *et al.*, 2018). No obstante, el desarrollo de un producto profesional requiere contar con especialistas que dominen las técnicas necesarias, así como un equipamiento mínimo que consta de una cámara 360° y un editor de vídeo que permita la posproducción con este formato.

Actualmente hay una amplia oferta de cámaras económicas como la GoPro Max, la Insta360 One X o la Ricoh Theta, que ofrecen una calidad razonable, aunque es importante señalar que todavía el resultado en términos de definición no es aún óptimo.

En cuanto a los equipos humanos para desarrollar un proyecto audiovisual en 360° de comunicación científica se requiere un trabajo conjunto entre el grupo de expertos en la materia científica a desarrollar y el equipo técnico experto en comunicación. La interdisciplinariedad de ambos equipos permite un resultado profesional, pero también exige un alto nivel de coordinación para lograr que el proyecto se realice en plazo, especialmente para evitar que las fechas de rodaje se dilaten.

A continuación se detallan las fases para el desarrollo de un proyecto audiovisual científico en 360° a partir de la experiencia desarrollada en el proyecto de investigación BIO3 (2019), y que dio como resultado el vídeo inmersivo titulado «El proceso de pirólisis para la transformación de biorresiduos en productos de valor añadido» (Ciberimaginario, 2019) y cuya elaboración ha documentado Sánchez Acedo (2019).

13.4.1. Preproducción

La fase de preproducción es la que más se asemeja a la de un vídeo convencional, y la que más tiempo requiere si se persigue un producto de calidad. En esta fase se establece una idea inicial que es desarrollada a través de la escaleta o el guion.

El procedimiento de preproducción requiere las siguientes etapas:

- Elección. En este punto se debe determinar cuál es el público objetivo y cuál va a ser el tema a tratar. Aquí se establecen los primeros contactos con el grupo científico de especialistas, según la temática escogida.
- Familiarización. Una vez establecido el tema científico a tratar es el momento de documentarse sobre los conceptos necesarios para llevar a cabo una comunicación eficiente. Es recomendable, en este punto, mantener reuniones con el grupo de expertos científicos para una primera toma de contacto con la materia a desarrollar.
- Elaboración de documentos. Con el objetivo claramente definido, se debe elaborar un primer boceto de la escaleta y del guion, que será revisado por el grupo científico y al que se le añadirán los cambios necesarios hasta obtener los documentos definitivos y listos para el rodaje. En estos documentos debe estar recogida toda la información relevante, así como fechas de rodaje, localizaciones, actores, continuidad de las escenas o efectos especiales en posproducción (Linares, 2016).
- Acordar fechas de rodaje. Por último, con todos los documentos preparados, se acuerda entre ambos equipos unas fechas para llevar a cabo el rodaje.

13.4.2. Producción y grabación

La producción abarca principalmente el proceso de rodaje del vídeo en 360° que, en este caso, es diferente al que se realiza para un formato convencional.

Las peculiaridades propias que presenta un rodaje en este formato y que deben considerarse son:

- Posición del equipo técnico. A la hora de grabar, el equipo técnico de rodaje debe ocultarse en algún ángulo muerto. En el vídeo 360°, al abarcar todos los ángulos posibles, lo que hay detrás de la cámara también será visible. En un rodaje convencional, lo que se encuentra detrás de la acción no es visible; sin embargo, en el rodaje de un formato en 360° sí lo es. De esta manera, todo el equipo técnico de grabación debe ocultarse para no aparecer en escena. Esto condiciona la ayuda que el equipo técnico puede prestar.
- Sonido. Para evitar que el pertiguista aparezca en la grabación, deben usarse micrófonos de corbata en vez de micro con pértiga. Además, la cámara capta el sonido en 360°, lo que se conoce como sonido ambisónico o envolvente, por lo que la fuente sonora será más fuerte según aparezca en pantalla.
- Después de grabar cada vídeo, es recomendable, para proyectos de comunicación científica, tomar una fotografía de la localización. Esto permitirá al usuario tener disponible una visión de la localización cuando termine el vídeo para poder seguir explorando los procesos explicados.
- Por último, si se quiere añadir interactividad al vídeo 360°, hay que estudiar cuáles van a ser las zonas activas del vídeo para que sean visibles en todo momento y no se oculten con personajes o con cualquier otro elemento. Estas zonas activas son aquéllas en las que se añade información adicional mediante elementos interactivos, como zonas calientes o *hotspots*.

La grabación en 360° ofrece distintas maneras de realización:

- Con trípode o sin trípode. El trípode proporciona una posición estática al vídeo facilitando la colocación de elementos interactivos, si los hubiera, y mejorando la experiencia del usuario.

- Grabar desde la propia cámara o desde un control remoto. Algunos modelos de cámaras 360° ofrecen la posibilidad de conectar la cámara a otro dispositivo para controlarla desde éste. Por ejemplo, hay modelos de cámara que ofrecen una aplicación móvil desde la cual se puede controlar ésta conectándola por *bluetooth* o por wifi. De esta manera, se puede comenzar la grabación, pararla o ver lo que está aconteciendo en todo momento. Esta opción es útil si lo que se quiere es realizar una fotografía en la que se quiere evitar que aparezca ninguna persona pulsando el botón de disparo para tomar la instantánea.



Figura 56. Visión equirectangular de la Tierra. Ejemplo común de un plano equirectangular. Fuente: elaboración propia.

En el proceso de rodaje es importante considerar cómo cambia la visualización en función de que el formato sea estereoscópico o monoscópico, puesto que ello afectará, sobre todo, a cómo deba abordarse la fase de edición. En el formato estereoscópico, la visualización en pantalla se produce mediante dos círculos, mientras que en el formato monoscópico, la visualización es equirectangular, es decir, mediante una representación en dos dimensiones de un entorno 360° o de una esfera.

Por lo general, la grabación de las cámaras en 360° se realiza en formato estereoscópico, ya que ofrece una mayor calidad. El formato estereoscópico se puede convertir a formato monoscópico mediante programas informáticos.

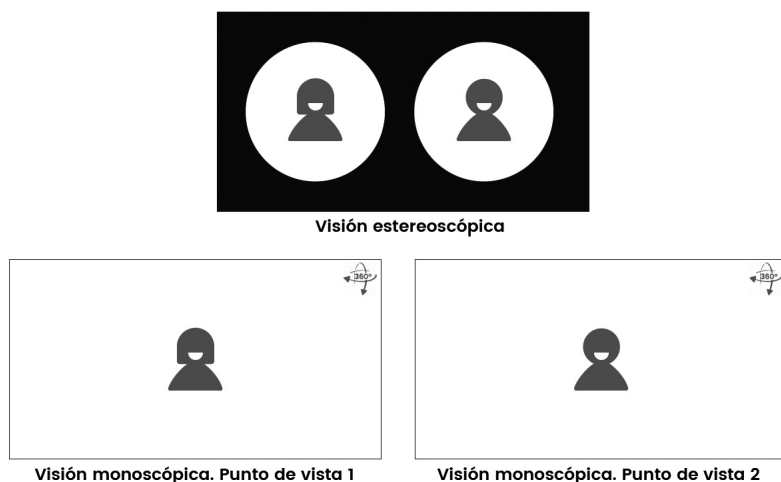


Figura 57. Tipos de formato de vídeo 360°. Fuente: elaboración propia.

En la figura se muestra el ejemplo de una misma imagen en 360° representada en ambos formatos. En la visión estereoscópica aparecen dos círculos en el que cada uno de ellos cubre 180°; con esta forma de visualización, el usuario no puede navegar por la imagen. Sin embargo, la visión monoscópica sí que le ofrece la capacidad de moverse por ella. La representación de la visión monoscópica en la figura de arriba muestra la misma imagen 360° vista desde diferentes planos.

La edición puede hacerse en cualquiera de los dos formatos, pero en formato monoscópico resultará más sencilla, ya que es la más parecida a la que se hace con un formato convencional de vídeo.

Para que el usuario pueda navegar por la proyección en 360° correctamente, la visualización debe ser en formato monoscópico, por lo que, si la edición se ha realizado en formato estereoscópico, será necesaria su posterior conversión a formato monoscópico.

13.4.3. Posproducción

Una vez terminado el rodaje es hora de editar el vídeo para su publicación. La fase de posproducción es tarea, principalmente, del equipo experto en comunicación.

Al igual que en la preproducción, en esta fase de posproducción también se destacan unas pautas de procedimiento:

- El primer paso es la visualización y selección del material; es decir, escoger las tomas oportunas para su posterior edición.
- Para poder visualizar contenido en 360° se precisa de programas capaces de soportar el visionado en este formato. Alguno de estos programas son Ricoh Theta o Live View Rift; el visualizador de fotos para Windows también soporta el formato 360°.
- El siguiente paso es la edición de los vídeos seleccionados. Para ello se necesita *software* específico para edición de vídeo que soporte el formato 360°. Entre los más conocidos, destacan Adobe Premiere Pro y Avid Media Composer.
- En esta fase, si se ha definido así, se puede añadir interactividad al vídeo 360° editado. Para ello se necesitará *software* especializado como Wonda VR o 3DVista Virtual Tour.
- La publicación del vídeo inmersivo puede realizarse de distintas maneras en función del uso que se quiera hacer de éste y de las características finales que tenga. Si se trata de un vídeo 360° sin interactividad podremos compartirlo directamente en plataformas como YouTube o Facebook. No obstante, si se ha añadido interactividad será necesario exportar el vídeo en formato HTML y publicarlo en el alojamiento web del proyecto, ya que ni Facebook ni YouTube soportan de momento esta funcionalidad.

13.5. Conclusiones

La tecnología 360° se relaciona fundamentalmente con productos de entretenimiento debido a que es un medio atractivo y novedoso, pero su aplicación en otros ámbitos es cada vez más habitual.

Su potencial comunicativo, la capacidad de generar experiencias enriquecidas, interactivas e inmersivas, en las que el espec-

tador forma parte del relato en primera persona, pudiendo vivenciar el contenido de manera directa y aparentemente libre, ofrece un potencial extraordinario para cualquier contenido de naturaleza científica. Por ello, son cada vez más numerosos los ejemplos de proyectos científicos y tecnológicos que utilizan esta tecnología de vídeo 360° para mostrar sus contenidos y hacerlos llegar a un público especialmente joven.

La tecnología 360° requiere un modelo de producción adaptado. Su desarrollo precisa contar con especialistas que dominen las técnicas necesarias así como un equipamiento técnico mínimo.

El proceso de elaboración requiere el trabajo conjunto de dos grupos de expertos: uno en el ámbito temático científico a desarrollar y el otro en comunicación. Ambos grupos deben coordinarse para sacar el proyecto a la luz y entender, cada uno de los dos equipos, los aspectos técnicos del otro grupo para que el proyecto se realice correctamente.

El proceso de producción de un vídeo en 360° presenta algunas diferencias en relación con el rodaje para un producto en formato convencional. La fase de preproducción es la que más se asemeja, aunque el proceso de familiarización con el contenido científico resulta fundamental para una adecuada elaboración del guion. La producción y grabación presenta particularidades, como la posición del equipo técnico en rodaje o la utilización del sonido ambisónico. La posproducción contempla el proceso de edición, incluyendo la incorporación de los elementos interactivos, así como la publicación del vídeo, que será diferente en función de que cuente con componentes interactivos o no.

13.6. Referencias

Adão, T.; Pádua, L.; Fonseca, M.; Agrellos, L.; Sousa, J. J.; Magalhães, L. y Peres, E. (2018). «A rapid prototyping tool to produce 360° video-based immersive experiences enhanced with virtual/multimedia elements», en *Procedia computer science*, 138, págs. 441-453. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.062>

- Ardisara, A. y Fung, F. M. (2018). *Integrating 360 videos in an undergraduate chemistry laboratory course*. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00143>
- Argyriou, L.; Economou, D. y Bouki, V. (2020). «Design methodology for 360 immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour», en *Personal and Ubiquitous Computing*, 24, págs. 1-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>
- Argyriou, L.; Economou, D.; Bouki, V. y Doumanis, I. (2016). «Engaging immersive video consumers: Challenges regarding 360-degree gamified video applications», en *2016 15th International Conference on Ubiquitous Computing and Communications and 2016 International Symposium on Cyberspace and Security (IUCC-CSS)*, IEEE, págs. 145-152. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/IUCC-CSS.2016.028>
- Baía Reis, A. y Vasconcelos, A. (2018). «Virtual Reality and Journalism: A gateway to conceptualizing immersive journalism», en *Digital Journalism*, 6(8), págs. 1090-1100. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1502046>
- Bleumers, L.; Broeck, W. V.; Lievens, B. y Pierson, J. (2012). «Seeing the bigger picture», en *Proceedings of the 10th European Conference on Interactive TV and Video, EuroITV '12*, págs. 115-124.
- Breves, P. y Heber, V. (2020). «Into the wild: The effects of 360 immersive nature videos on feelings of commitment to the environment», en *Environmental Communication*, 14(3), págs. 332-346. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1665566>
- Chambel, T.; Chhaganlal, M. N. y Neng, L. A. (2011). «Towards immersive interactive video through 360 hypervideo», en *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, págs. 1-2.
- Ciberimaginario (2019). «Vídeo inmersivo 360°: El proceso de pirólisis para la transformación de biorresiduos en productos de valor añadido», en *Proyecto BIO3*. Disponible en: <https://multimedia.ciberimaginario.es/360/2019/bio3/pirolisis/>
- Cruz, E. G. (2017). «Immersive reflexivity: using 360 cameras in ethnographic fieldwork», en *Refiguring Techniques in Digital Visual Research*, págs. 25-38. Palgrave Macmillan.

- Domínguez-Martín, E. (2013). *Periodismo inmersivo, Fundamentos para una forma periodística basada en la interfaz y la acción*. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/108956>
- Domínguez-Martín, E. (2015). «Periodismo inmersivo o cómo la realidad virtual y el videojuego influyen en la interfaz e interactividad del relato de actualidad», en *El profesional de la información*, 24, 4, págs. 413-423. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2015.jul.08>
- Dooley, K. (2017). «Storytelling with virtual reality in 360-degrees: a new screen grammar», en *Studies in Australasian Cinema*, 11(3), págs. 161-171. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17503175.2017.1387357>
- Eco, U. (1993). *Lector in fabula. La cooperación interpretativa en el texto narrativo*, Lumen.
- Elmezeny, A.; Edenhofer, N. y Wimmer, J. (2018). «Immersive Storytelling in 360-Degree Videos: An Analysis of Interplay Between Narrative and Technical Immersion», en *Journal For Virtual Worlds Research*, 11(1). Disponible en: <https://doi.org/10.4101/jvwr.v11i1.7298>
- Feng, Y. (2018). «Facilitator or inhibitor? The use of 360-degree videos for immersive brand storytelling», en *Journal of Interactive Advertising*, 18(1), págs. 28-42. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15252019.2018.1446199>
- Hales, P. y Kalyvaki, M. (2017). «Immersive learning experiences in teacher education», en *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, págs. 1586-1587. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Disponible en: <https://www.learntechlib.org/primary/p/177439/>
- Iser, W. (1997). «La ficcionalización: dimensión antropológica de las ficciones literarias», en Garrido, A. (ed.). *Teorías de la ficción literaria*, Arco/Libros, págs. 43-65.
- Juul, L. (2018). *Examining 360° storytelling in immersive music videos*. Malmö University. Disponible en: <http://ls00012.mah.se/handle/2043/26512>
- Klippel, A.; Zhao, J.; Jackson, K. L.; La Femina, P.; Stubbs, C.; Wetzell, R., et al. (2019). «Transforming earth science education through immersive experiences: delivering on a long held

- promise», en *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), págs. 1745-1771. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0735633119854025>
- Linares, R.; Fernández, E.; Medina, E. y Moreno, J. (2016). *Principios básicos de la producción audiovisual cinematográfica*, Ommpress Comunicación, págs. 22-23.
- Mabrook, R. y Singer, J. B. (2019). «Virtual reality, 360 video, and journalism studies: conceptual approaches to immersive technologies», en *Journalism Studies*, 20(14), págs. 2096-2112. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1461670X.2019.1568203>
- Mead, C.; Buxner, S.; Bruce, G.; Taylor, W.; Semken, S. y Anbar, A. D. (2019). «Immersive, interactive virtual field trips promote science learning», en *Journal of Geoscience Education*, 67(2), págs. 131-142. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10899995.2019.1565285>
- Milgram, P. y Kishino, F. (1994). *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*, pág. 2.
- Oh, J.; Sudarshan, S.; Jin, E.; Nah, S. y Yu, N. (2020). «How 360-Degree Video Influences Content Perceptions and Environmental Behavior: The Moderating Effect of Environmental Self-Efficacy», en *Science Communication*, 42, 4, págs. 423-453. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1075547020932174>
- Parong, J. y Mayer, R. E. (2018). «Learning science in immersive virtual reality», en *Journal of Educational Psychology*, 110(6), pág. 785.
- Proyecto BIO3 (2019). *Bioeconomía circular en el entorno urbano*. Proyecto BIOTRES-CM (S2018/EMT-4344), financiado por la Comunidad de Madrid y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Disponible en: <https://madrid.bio3project.es>
- Pope, V. C.; Dawes, R.; Schweiger, F. y Sheikh, A. (2017). «The geometry of storytelling: theatrical use of space for 360-degree videos and virtual reality», en *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, págs. 4468-4478. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3025453.3025581>
- Ramalho, J. y Chambel, T. (2013). «Immersive 360 mobile video with an emotional perspective», en *Proceedings of the 2013 ACM*

- international workshop on Immersive media experiences*, págs. 35-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2512142.2512144>
- Rubio-Tamayo, J. L.; Gértrudix, M. y García, F. (2017). «Immersive environments and virtual reality: Systematic review and advances in communication, interaction and simulation», en *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), pág. 21. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/mti1040021>
- Rupp, M. A.; Kozachuk, J.; Michaelis, J. R.; Odette, K. L.; Smither, J. A. y McConnell, D. S. (2016). «The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational 360 video», en *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, 60, 1, págs. 2108-2112. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1541931213601477>
- Sánchez Acedo, A. (2019). *El vídeo inmersivo en la comunicación científica de proyectos sobre bioeconomía* (Trabajo Fin de Grado), Universidad Rey Juan Carlos, Fuenlabrada. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10115/16348>
- Sheikh, A.; Brown, A.; Evans, M. y Watson, Z. (2016). *Directing attention in 360-degree video*, IBC. Disponible en: <https://www.ibt.org/directing-attention-in-360-degree-video/840.article>
- Snelson, C. y Hsu, Y. C. (2019). «Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review of the Emerging Research», en *TechTrends*, págs. 1-9. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11528-019-00474-3>
- Virtual Reality for Education (2020). *Educational VR Content*. Disponible en: <http://virtualrealityforeducation.com>
- YouTube (2018). *Ben Claremont*. Disponible en: <https://bit.ly/2gmjoro>
- Yung, R. y Khoo-Lattimore, C. (2019). «New realities: a systematic literature review on virtual reality and augmented reality in tourism research», en *Current Issues in Tourism*, 22(17), págs. 2056-2081. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1417359>

PARTE 3

**Comprender el contexto.
Para qué y a quién
comunicamos**

14

La comunicación científica en las políticas, planes y convocatorias de investigación

María del Carmen Gertrudis Casado¹

Ideas clave

Para desarrollar una comunicación eficaz de los proyectos de investigación debes considerar:

- La gobernanza efectiva de la ciencia requiere un diálogo entre ésta y la sociedad.
- Los ciudadanos deben estar en el centro de la política científica desde su concepción hasta la definición de los programas y convocatorias.
- Por ello, es imprescindible que los proyectos de investigación atiendan en su comunicación a las necesidades de todos los públicos interesados y, de forma señalada, a las de los ciudadanos.
- Los programas europeos consideran la comunicación científica como un proceso planificado que debe abordar todas y cada una de las fases de los proyectos de investigación.
- El Eurobarómetro y los estudios de la FECYT en España son fuentes valiosas para conocer la opinión pública sobre ciencia y tecnología.

1. Profesora e investigadora, Universidad Rey Juan Carlos.

14.1. Introducción

Finalizada la Segunda Guerra Mundial, al impacto humano y material se une también el político e ideológico; por ello «la reactivación del ideal europeísta estará ligada a dos factores básicos: la crítica situación de Europa y la guerra fría» (Martínez Lillo, 2001, pág. 57).

La colaboración de los Estados miembros de la entonces Comunidad Económica Europea se convertía en una estrategia para optimizar sus recursos económicos, especialmente los energéticos, frente a las poderosas inversiones en investigación de los países que formarán los bloques en el contexto de la Guerra Fría. Es así como la temprana investigación energética, en el marco de los tratados fundacionales de la Comunidad Económica Europea del Carbón y del Acero (CECA) (1951) y de la Comunidad Europea de Energía Atómica (Euratom) (1957), se puede considerar el germen de lo que años más tarde se consolidaría como política científica común.

La reactivación del ideal europeísta, si bien se definiría originariamente en términos económicos, pronto tendría en la política científica común un elemento fundamental de consolidación, siendo ésta «una de las partes fundamentales de la propia integración de sus miembros, de la creación y reestructuración de instituciones burocráticas y del desarrollo económico de sus distintas regiones durante los últimos años» (Sanz, 2008, pág. 112).

Desde los orígenes de la actual Unión Europea (UE), la investigación científica se ha consolidado como uno de los ejes fundamentales en su construcción, favoreciendo la colaboración al servicio de los bienes particulares de los Estados miembros, y afianzándose como un elemento central de la cooperación orientada al desarrollo de la «Europa del Conocimiento».

A la actual concepción de «Ciencia con y para la Sociedad», del todavía vigente Programa Marco Horizonte 2020 y en beneficio de una «investigación e innovación responsable (RRI)», la precede un largo camino cuyo recorrido permite trazar los hitos más destacados, no tanto de una aproximación sin fisuras, sino más bien de la necesidad de legitimación de las actuaciones comunitarias

en materia de investigación científica y tecnológica. Un proceso que pasa necesariamente por propiciar el acercamiento de los ciudadanos a la agenda europea sobre investigación científica y tecnológica.

La gobernanza no puede desarrollarse al margen de los ciudadanos, en muchas ocasiones y como muestran las encuestas de opinión pública realizadas por las instituciones europeas, manifiestamente ajenos a los temas prioritarios objeto de las acciones y programas destinados a financiar la I+D+i en la UE. Estas encuestas, como señala Ruiz Jiménez (2011), pueden servir para medir, pero también sirven para crear opinión a partir de la propia selección de los temas objeto de consulta, situando en la agenda pública los temas de la agenda de investigación científica y tecnológica en la UE.

Eurobarómetro es como se conoce a la encuesta de opinión pública estándar realizada por las instituciones europeas desde 1973, cuyos informes se publican dos veces al año y permiten conocer cómo ha evolucionado la opinión de los ciudadanos de los Estados miembros respecto a los diferentes temas y políticas comunes. Además, se publican informes especiales como los que abordan la investigación en ciencia y tecnología desde 1977 a 2014.

A partir del análisis de las encuestas de opinión pública específicas sobre ciencia y tecnología, los planes de financiación de la investigación e innovación de la UE, y los programas y convocatorias específicas sobre ciencia y sociedad, se presenta un recorrido por la evolución de la agenda temática sobre la investigación científica y tecnológica en la UE y las medidas orientadas a la comunicación científica en las convocatorias de investigación.

14.2. De los orígenes al Quinto Programa Marco de investigación, desarrollo tecnológico y demostración

Coincidiendo con las difíciles negociaciones de ampliación de principios de la década de los setenta, se dan los primeros pasos para transformar lo que hasta ese momento había sido una suma

de recursos, en una planificación conjunta hacia la consecución de objetivos comunes para los Estados miembros. Es así como en 1972 se adopta por primera vez un programa plurianual de investigación y formación en tecnologías de la información.

Solo un año más tarde, en 1973, se crea la Dirección General de Investigación, Ciencia y Educación, que propone un Programa de Acción sobre Política Científica y Tecnológica. Sin embargo, no se puede hablar de una acción comunitaria, sino más bien de iniciativas concretas que conseguían superar las reticencias de los Estados miembros a ceder competencias exclusivas sobre esta materia.

Este impulso a los programas de I+D+i durante la década de los setenta obedece tanto a la necesidad de superar la crisis energética y económica internacional, como al retraso considerable frente a sus directos competidores, Estados Unidos y Japón (Las Heras y Rambla, 1984), frente a los cuales la UE contaba con una política de investigación fragmentada por Estados (Fernández, 2013).

En este periodo, la entonces Comisión de las Comunidades Europeas comenzaría a realizar encuestas de opinión pública para sondear las inquietudes de los ciudadanos de los diferentes Estados miembros.

La primera encuesta de opinión pública sobre ciencia en la UE, publicada en 1977, mostraba que los europeos afirmaban ser conscientes de la importancia que la ciencia había tenido en la vida de las personas desde 1950, y de que la ciencia ya era uno de los factores más importantes en su vida diaria, pero también de sus posibles efectos peligrosos. En cuanto a los campos prioritarios, el mayor consenso se mostraba en torno a la investigación médica y farmacéutica (64%), la investigación destinada a aumentar los recursos agrícolas para satisfacer las necesidades alimentarias del mundo (61%) y la reducción y control de la polución (50%), ámbitos en los que muestran su conformidad con un aumento de la inversión, no así en armamento y defensa nacional o en la exploración del espacio.

Dos años más tarde, el informe *Les attitudes du public européen face au développement scientifique et technique* (Comisión

Europea, 1979) mostraba que el 69% de los encuestados para el Eurobarómetro de 1978 coincidían en la bondad del conocimiento científico, no tanto en su utilización; y el 44% creía que en sus Estados esas investigaciones se hacían al servicio del interés general, mostrando un mayor acuerdo sobre la importancia de investigar sobre trasplante de órganos (82%) y nuevas fuentes de energía (76%).

En 1983, el Consejo de la Unión adoptó el Primer Programa Marco de Investigación y Desarrollo Comunitario para el periodo 1984-1987, aglutinando una suma de programas sectoriales ya aprobados anteriormente, pero estableciendo las bases para una estrategia común en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

En 1985, los ministros de 18 países europeos, incluida España, firmaban en Hannover la Declaración de principios de Eureka, carta fundacional de la Europa de la tecnología establecida en julio de ese mismo año en París. Solo un año más tarde, la investigación pasaría a formar parte oficialmente de las políticas comunitarias de la UE.

Será con la firma en 1986 del Acta Única Europea cuando la Política de Investigación y Desarrollo Tecnológico adquiera carta de naturaleza comunitaria, teniendo como objetivo «fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional» (Art. 24, Acta Única Europea), aunque habrá que esperar hasta el año 2000 para que la UE acuerde crear un Espacio Europeo de Investigación unificado.

Desde 1989, con el nombre de «European, science and technology», se inicia una serie de encuestas de opinión pública que tendrá continuidad en los años 1992, 2001 y 2005.

En 1989, los europeos son consultados por primera vez por su interés en la investigación relacionada con el medio ambiente (96%) y sobre energías renovables (86%), mostrando un amplio consenso sólo superado por el interés manifestado por la investigación médica y los aspectos relativos a la salud. Destaca, igualmente, el amplio consenso sobre temas como la detección de materias primas (84%), la biología aplicada a la agricultura (82%),

la informática (76%) y las telecomunicaciones (74%) y, en último lugar, la investigación relacionada con la energía nuclear (68%) (Comisión Europea, 1990).

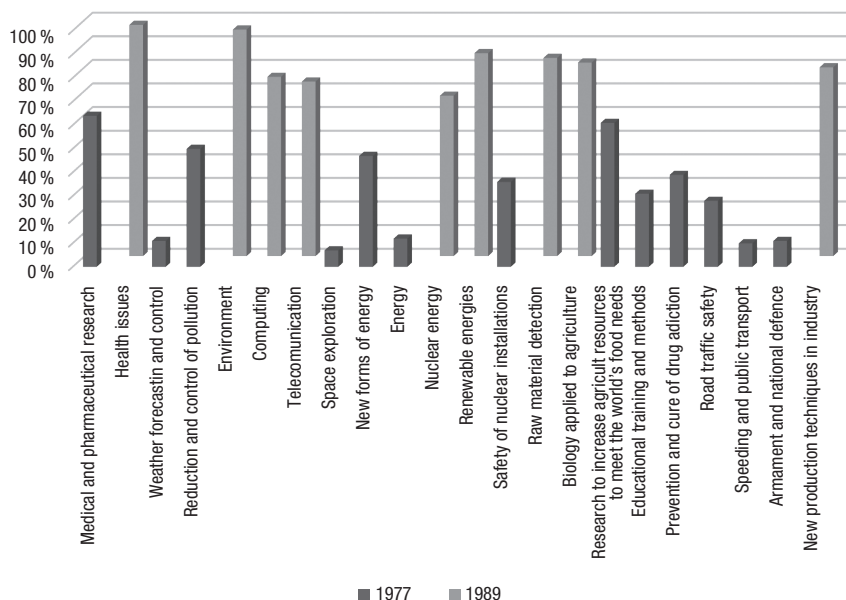


Figura 58. La opinión pública sobre investigación en ciencia y tecnología (1977-1989).

Fuente: elaboración propia a partir del Eurobarómetro (Comisión Europea, 1977; 1989).

El Eurobarómetro realizado en 1992 complementaba la consulta de 1989, destacando el notable descenso en el porcentaje de europeos que declaraban que «saber acerca de ciencia no es importante para la vida diaria», siendo el más destacado el producido en España (Comisión Europea, 1993).

Ya en la última década del siglo XX varios programas de ciencia y sociedad fueron desarrollados por los sucesivos Programas Marco de financiación de la investigación.

El Cuarto Programa Marco de acciones comunitarias en el campo de la investigación, el desarrollo tecnológico y la demostración (4PM), para el periodo de 1994 a 1998, definía entre sus objetivos «garantizar una difusión eficaz de los progresos cientí-

ficos y tecnológicos en el entramado económico y social y, en especial, en las pequeñas y medianas empresas» (Comisión Europea, s.f.a).

Dentro de las acciones del 4PM se ponía en marcha el proyecto «Innovación» con acciones específicas para generar «conciencia pública», orientadas a la difusión de las buenas prácticas para prevenir las actitudes negativas del público frente a la innovación tecnológica y el cambio (Comisión Europea, s.f.b).

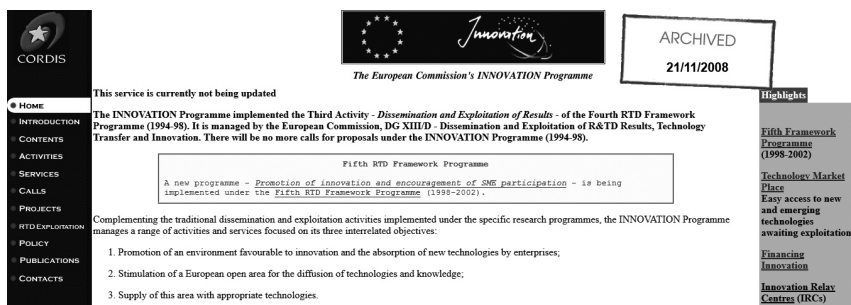


Figura 59. Sitio web del programa «Innovation» del 4PM.

Fuente: Programa Innovation del 4PM.

Disponible en: <https://bit.ly/3cHtZ9n>

En diciembre de 1998 se aprobaba la puesta en marcha del Quinto Programa Marco de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (5PM), para el periodo de 1998 a 2002, que incluía entre las cuatro acciones comunitarias prioritarias, la destinada a la «difusión y explotación de los resultados de las actividades en materia de investigación, de demostración y de desarrollo tecnológicos comunitarios» para «fomentar la innovación e incentivar la participación de las PYME». Esta acción se implementaría a través de la puesta en marcha del programa «Fomento de la innovación y fomento de la participación de las pequeñas y medianas empresas» (PYME) con el objetivo de «promover actividades innovadoras, incluida la creación de empresas innovadoras, y facilitar la difusión y explotación de los resultados de la investigación y apoyar la transferencia de tecnología» (Decisión 182/1999/CE), estableciendo acciones específicas para la promoción de la innovación:

- Identificación y difusión, en concierto con los otros programas del Programa Marco, de mecanismos adecuados para facilitar, en el ciclo de vida de los proyectos, la explotación, el financiamiento privado y la transferencia de tecnologías y resultados producidos, al tiempo que garantiza la protección de los conocimientos adquiridos.
- Desarrollo, validación e implementación de metodologías para acciones de transferencia de tecnología que integren los aspectos tecnológicos, económicos y sociales de la innovación y, cuando sea necesario, la difusión y explotación transnacional de resultados que no surjan de los programas temáticos (teniendo en cuenta las características particulares de cada sector de actividad).
- Coordinación de estudios y análisis realizados en diversos foros e integración de sus resultados, con el fin de establecer un marco de referencia común en el ámbito de la política de innovación (pág. 24).

La difusión adquiriría no sólo una atención específica, sino que se convertía en un requisito clave para la elaboración de las propuestas de todos los programas temáticos, para los que se señalaba expresamente la necesidad de concretar los resultados esperados y cómo los participantes tenían la intención de difundir o explotar los resultados (Comisión Europea, s.f.d).

14.3. El Sexto Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2002-2006): «Ciencia y sociedad»

En diciembre de 2001, la Comisión Europea adoptó el Plan de Acción Ciencia y Sociedad en el convencimiento de que la sociedad del conocimiento no puede ser ajena a la ciudadanía, poniendo en valor la necesidad de hacer partícipe a ésta para diseñar la agenda política. En palabras de Philippe Busquin:

en una sociedad del conocimiento, el buen gobierno democrático exige poner en manos de los ciudadanos los medios para que partici-

pen, con pleno conocimiento de causa, en la selección de las opciones que ofrece un progreso científico y tecnológico responsable (2001b).

El Plan Ciencia y Sociedad pone el foco en el desarrollo de actividades específicamente destinadas a «Promover la educación y la cultura científica en Europa, elaborar políticas científicas más cercanas a los ciudadanos e incorporar una ciencia responsable en las distintas políticas» (2001b, págs. 7-8).

14.3.1. Eurobarómetro *European, Science and Technology*

La definición del plan vendría precedida de la realización del Eurobarómetro *European, Science and Technology* (2001a) en el que se consultaba a los europeos sobre su interés en lo que serían las siete áreas prioritarias del futuro espacio europeo de investigación.

El Eurobarómetro de 2001 revelaba que, además de los amplios consensos sobre investigación aplicada a la salud y el medio ambiente, otros temas se posicionaban en la agenda, como internet (27%), la economía y las ciencias sociales (24%) y la astronomía (17%). En esta encuesta fueron también objeto de consulta, por primera vez, la investigación genética (22%), una de las prioridades del Sexto Programa Marco de Investigación, y la nanotecnología, que suscitaba solo un 3,9% del interés de los encuestados, pero anticipaba lo que sería una de las principales apuestas de la investigación en la UE.

El informe de resultados del Eurobarómetro de 2001 también revelaba que los ciudadanos europeos se sentían poco informados sobre la ciencia y la investigación, los jóvenes se estaban alejando de los estudios y carreras científicas y la gente no entendía, y a veces desconfiaba, de los científicos y sus actividades (2001a).

La puesta en marcha del Sexto Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (6PM), para el periodo 2002 a 2006, establecía siete áreas prioritarias del futuro Espacio Europeo de

Investigación, entre ellas, la número 7, «Los ciudadanos y la gobernanza en una sociedad basada en el conocimiento», planteaba como objetivo:

movilizar en un esfuerzo coherente la capacidad europea de investigación, en toda su riqueza y diversidad, en ciencias económicas, políticas, sociales y humanas, que es necesaria para lograr la comprensión y el control de los problemas ligados al surgimiento de la sociedad del conocimiento y las nuevas formas de relación, por una parte, entre los ciudadanos y, por otra, entre éstos y las instituciones (Anexo 1, 1.1.7., Decisión 1513/2002/CE).

14.3.2. Ciencia y sociedad

Mientras las actividades de la prioridad 7 del 6PM abarcaban de una manera más amplia la relación con los ciudadanos y la gobernanza, en el marco del programa Estructura del Espacio Europeo de Investigación se desarrollaba el programa específico «Ciencia y sociedad», con iniciativas en el ámbito de la ciencia y la sociedad relacionadas con la definición de principios de actuación para:

alentar el desarrollo de relaciones armoniosas entre ciencia y sociedad y la apertura de la innovación en Europa, así como contribuir a que los científicos reflexionen de manera crítica y adopten una actitud más receptiva ante las preocupaciones de la sociedad, gracias al establecimiento de relaciones nuevas y a un diálogo con conocimiento de causa entre investigadores, industriales, responsables políticos y ciudadanos (Anexo 1, 2.4., Decisión 1513/2002/CE).

En este proyecto se partía de la necesidad de que los «ciudadanos deberían estar convenientemente preparados para elegir de una manera informada entre el creciente número de opciones que presenta el progreso científico y tecnológico» (Comisión Europea, 2002a), recurriendo para a ello a la comunicación de la información científica (Decisión 2002/835/CE).

La incorporación del programa «Ciencia y sociedad» en el 6PM implicaba que cada proyecto objeto de financiación debía asegurar la difusión de sus investigaciones, mediante la inclusión de una cláusula vinculante en los contratos de los proyectos, con el fin de «acercar la ciencia a los ciudadanos, estimular el debate público sobre la ciencia y atraer una mayor atención a cuestiones como la cultura científica, la ética, la gobernanza y las mujeres en la ciencia» (Comisión Europea, s.f.e).

En el marco del plan se pondrían en marcha 20 llamadas específicas sobre ciencia y sociedad, dos de ellas relacionadas con la comunicación científica, como gobernanza, asesoramiento científico y divulgación (2003) y comunicación de la ciencia (2005).

Se financiarían finalmente un total de 164 proyectos, por un valor de 88 millones de euros dentro del programa «Ciencia y sociedad» (Comisión Europea, s.f.f).

Con el 6PM todavía vigente se llevó a cabo una nueva encuesta de opinión pública a principios de 2005. Los resultados publicados en junio mostraban que tras la ampliación a 25 de la UE, la agenda se mantenía, aunque revelaba cierta tendencia al aumento del desinterés sobre los temas relacionados con ciencia y tecnología (Comisión Europea, 2005). En cuanto a las razones del desinterés, los ciudadanos señalaban de manera destacada la falta de entendimiento (32%) o la falta de interés (31%). Otras razones elegidas serían el hecho de no necesitar ciencia y tecnología (16%), nunca haber pensado en ello (12%) o la falta de tiempo (11%).

Respecto a las características sociodemográficas de los encuestados que declararon mayor desinterés, destacan principalmente mujeres, personas de 55 años o más, personas con menor educación, personal doméstico, trabajadores manuales y jubilados (2005, pág. 13).

En esta edición también se consultó a los ciudadanos europeos sobre la investigación en humanidades (historia, literatura, teología, etc.) obteniendo un 30% de consenso, incluidas éstas entre los campos temáticos fundamentales del próximo Programa Marco.

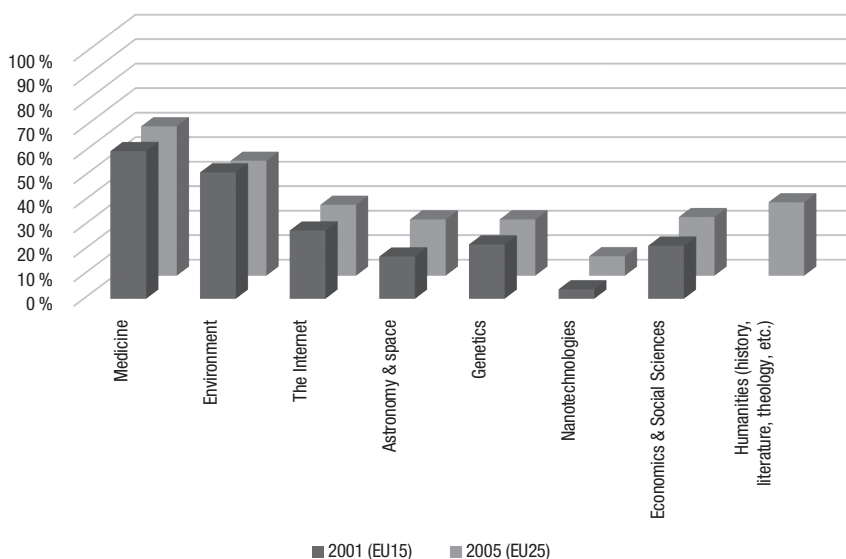


Figura 60. La opinión pública sobre investigación en ciencia y tecnología (2001-2005).

Fuente: elaboración propia a partir del Eurobarómetro (Comisión Europea, 2001; 2005).

En noviembre de 2005, la Comisión Europea organizaría la segunda edición de la conferencia *Communicating European Research*, evento al que asistieron 2.100 participantes, en el que científicos, periodistas y profesionales de la comunicación abordaron diferentes aspectos de la comunicación científica:

- ¿Es necesario el periodismo científico?
- ¿Debería la comunicación convertirse en una de las habilidades básicas de los científicos?
- ¿Deberían nuestras escuelas del futuro poner la alfabetización científica en la cima del currículo de ciencias?
- ¿Necesitamos críticos científicos?
- La cobertura de la ciencia en los medios de comunicación, ¿refleja la elección de los editores o el interés del público?
- ¿Cómo se capta la atención del público cuando se promueve la ciencia en la radio local, comercial o de entretenimiento?
- ¿Necesitamos estándares en la comunicación científica?

- ¿Cómo podemos eliminar los obstáculos a la comunicación entre los investigadores y entre investigadores? (Claessens, 2007, págs. 1-2).

14.4. El Séptimo Programa Marco (2007-2013): Ciencia en Sociedad

El Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (7PM), para el periodo de 2007 a 2013, aun continuando la labor de los programas que le preceden, supone un hito en la organización y financiación de la investigación en la UE, dado que representa la mayor asignación hasta la fecha para estos programas. Un 63% más que la asignación del 6PM, 50.500 millones de euros para financiar los 4 programas específicos del 7PM (Cooperación, Capacidades, Ideas y Personas) y 2.700 millones de euros para la investigación nuclear (Euratom).

El programa «Cooperación» marcó las prioridades temáticas del 7PM, primando la inversión en investigación sobre tecnologías de la información y la comunicación, a la que se destinaría el 28% del presupuesto total del programa (Anexo 1, Decisión 1982/2006/CE):

- Salud.
- Alimentación, agricultura y pesca, y biotecnología.
- Tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción.
- Energía.
- Medio ambiente (incluido el cambio climático).
- Transporte (incluida la aeronáutica).
- Ciencias socioeconómicas y humanidades.
- Espacio.
- Seguridad.

Por otra parte, la experiencia derivada de los programas anteriores hizo que la Comisión otorgase un mayor peso en la evaluación de las propuestas a los aspectos relacionados con la comuni-

cación y la explotación de los resultados en todas las áreas temáticas, considerando que «se debe alentar una amplia difusión del conocimiento generado por la actividad de investigación financiada con fondos públicos» (Decisión 1982/2006/CE, pág. 2).

14.4.1. Difusión medible del conocimiento científico

La difusión, entendida como «la divulgación de los conocimientos adquiridos durante el proyecto mediante cualquier forma adecuada distinta de la derivada de las formalidades de protección de dichos conocimientos, incluida la publicación, por cualquier medio, de los conocimientos adquiridos» (Art. 1, Reglamento [CE] 1906/2006), es considerada una tarea integral en todas las áreas temáticas del 7PM, y afecta a todas y cada una de las fases de la vida de los proyectos: desde la propuesta, elaborando un plan específico de difusión y explotación, durante el desarrollo del proyecto, y en la finalización, cuando los beneficiarios debían describir las acciones de difusión realizadas durante el proyecto y las que todavía se esperaba desarrollar, incluyendo un listado de publicaciones científicas y un listado de acciones a desarrollar acorde a la propuesta inicial (Comisión Europea, 2012).

Con el 7PM se implementaron estrategias principalmente orientadas a la rendición de cuentas a la sociedad, perfeccionando ésta con criterios medibles a partir de la definición de indicadores de impacto y con una mayor atención a la especialización de la divulgación científica, poniendo énfasis en la necesidad de identificar y atender a las diferentes audiencias objetivo, la adecuada elaboración de los mensajes y los medios más apropiados para llegar a cada audiencia.

14.4.2. Ciencia en sociedad

El programa «Capacidades», con un presupuesto de 4.200 millones de euros, planteó entre sus áreas de actuación «acercar la ciencia a la sociedad europea».

Dentro del programa «Ciencia en sociedad», con una inversión de 330 millones de euros entre 2007 y 2013, se financiaron 185 proyectos, la mayoría relacionados con las áreas de gobernanza de la ciencia, ética en la ciencia, comunicación científica y comprensión pública de la ciencia (Mejlgaard, Bloch, Degn, Ravn y Nielsen, 2012, pág. 54).

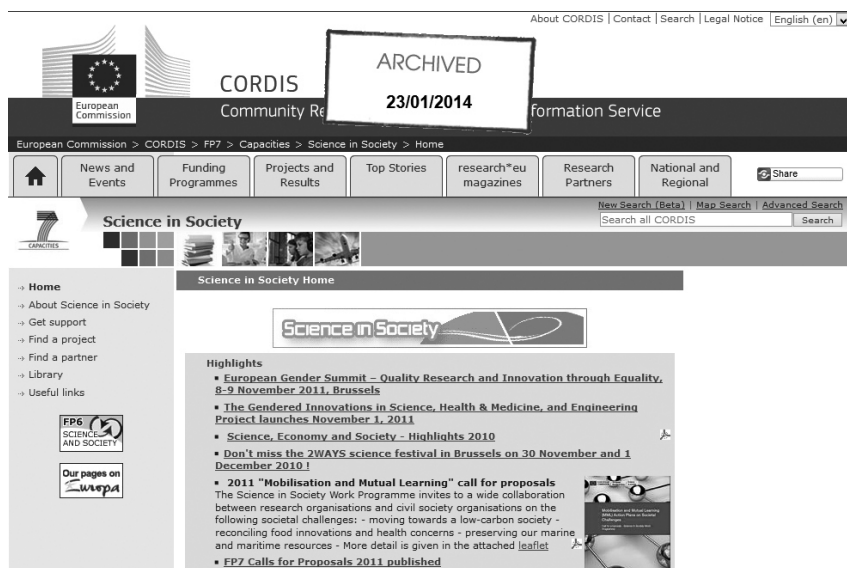


Figura 61. Sitio web del programa «Ciencia en sociedad».

Fuente: CORDIS. Science in Society. Disponible en: <https://bit.ly/2XU0ko2>

El informe de resultados presentado por la Comisión Europea sobre los hallazgos en los 38 países participantes (los 27 Estados miembros y 11 países asociados), respecto al programa «Ciencia y sociedad» resalta la importante evolución del 6PM al 7PM. Más allá de un cambio semántico, refiere un cambio en la concepción de la producción del conocimiento científico, como una actividad social y la compleja relación entre ciencia y sociedad para fomentar el compromiso público y la participación en la toma decisiones por parte de la ciudadanía:

Finding the appropriate place and role of science in society is not merely a matter of societal involvement in setting priorities and defining the agenda for research, it also concerns the reciprocal rela-

tionship, i.e. the extent to which science-based knowledge and advice is adequately used in policy making processes (Mejlgaard, Bloch, Degn, Ravn y Nielsen, 2012, pág. 44).

En cuanto a la opinión pública, el Eurobarómetro del 2010 *Science and technology* (Comisión Europea, 2010), además de revelar cierta tendencia hacia el escepticismo sobre la capacidad de la ciencia para resolver los problemas, situaba en la agenda pública la necesidad de la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre ciencia. El 36% de los encuestados se mostraban de acuerdo con que los ciudadanos debían ser informados, el 29% consideraba que los ciudadanos debían ser consultados y su opinión tenida en cuenta y el 14% consideraba que la opinión de los ciudadanos debería ser vinculante en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología (2010, pág. 86).

14.5. Horizonte 2020 (2014-2020): ciencia con y para la sociedad

En noviembre de 2013 se publicó el nuevo Eurobarómetro *Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology*, donde los ciudadanos europeos eran nuevamente preguntados sobre el papel de éstos en las decisiones sobre ciencia, aumentando especialmente el porcentaje de ciudadanos que estaba de acuerdo con la necesidad de establecer un diálogo público sobre ciencia y tecnología (55%). El 39% consideraba que los ciudadanos «deben ser consultados y su opinión debe tenerse en cuenta» (39%), el 12% que «deberían participar y adoptar un rol activo», y el 4%, que la opinión de los ciudadanos debería ser vinculante (4%) (Comisión Europea, 2013, pág. 37).

14.5.1. Ciencia e innovación responsable

La investigación e innovación responsable será el principio que defina el Programa Horizonte 2020 (H2020), el Octavo Progra-

ma Marco de Investigación e innovación de la UE, dotado con un presupuesto de financiación, para el periodo 2014 a 2020, de 80.000 millones de euros para abordar tres pilares básicos: ciencia excelente, liderazgo industrial y retos de la sociedad (Comisión Europea, 2014).

Con ello se planteaba alcanzar los tres objetivos estratégicos del H2020:

- a. Crear una ciencia de excelencia, que permita reforzar la posición de la UE en el panorama científico mundial.
- b. Desarrollar tecnologías y sus aplicaciones para mejorar la competitividad europea.
- c. Investigar en las grandes cuestiones que afectan a los ciudadanos europeos (FECYT & CDTI, s.f.).

14.5.2. Ciencia con y para la sociedad

En esta convocatoria aumentaría significativamente el peso del programa «Ciencia con y para la sociedad», desde un enfoque transversal, con el objetivo de potenciar la cooperación entre la ciencia y la sociedad que promueva y facilite la implementación de políticas de investigación e innovación responsable:

In practice, RRI consists of designing and implementing R&I policy that will a) engage society more broadly in its research and innovation activities, b) increase the access to scientific results, c) ensure gender equality in both the research process and research content, d) take account of the ethics dimension, and e) promote formal and informal science education (Comisión Europea, 2013, pág. 4).

A este programa se destinarían 462 millones de euros que han permitido financiar 168 «proyectos que involucran a la ciudadanía en el proceso de definición de las investigaciones que afectan a su vida cotidiana» (Comisión Europea, 2014, pág. 17).

14.5.3. Comunicación científica y difusión

Además de incorporar un plan de difusión y explotación de los resultados obtenidos, las propuestas a H2020 deben incorporar en la memoria técnica y de gestión del proyecto una descripción detallada de los planes de comunicación y de difusión y explotación (CDTI, 2014, pág. 68) que ha de llevarse a cabo desde la primera fase del proyecto y es de obligado cumplimiento. Este plan se ha de consolidar como parte del Anexo 1 del acuerdo de subvención y debe contemplar las acciones a desarrollar durante y después de la vida del proyecto, detallando, en cada caso, las acciones a desarrollar.

El plan debe recoger las actividades de difusión del proyecto (conteniendo datos sobre el tipo de actividad, tipo y tamaño de audiencia, objetivo, fecha, lugar, etc.) y una lista de los artículos científicos (*peer-reviewed articles*), aportando información del propio artículo (autores, título, etc.) y del medio de publicación. Asimismo, el plan debe contener información relativa a la protección de los resultados del proyecto (solicitudes de patentes, marcas, etc.) y al plan de explotación de aquellos resultados susceptibles de ser empleados, aportando información sobre aspectos tales como el tipo de resultado, propietario, uso de patentes u otro tipo de derecho de propiedad intelectual, sector/es de aplicación, modo de explotación, calendario previsto, etc. (CDTI, 2014, pág. 94).

El informe final del proyecto debe presentar una memoria actualizada de las acciones realizadas y a efectuar después del proyecto.

De esta manera, la comunicación en los proyectos de investigación deja de tener un carácter finalista y abarca todas las fases de vida del proyecto. Se plantea desde un enfoque holístico que implica diseñar en cada fase las acciones más eficaces para llegar a las audiencias identificadas y que estas acciones tengan un impacto medible, favorezcan el acceso abierto al conocimiento científico y respeten los derechos de propiedad intelectual y la protección de datos.

14.6. Horizonte Europa. El nuevo programa para 2021-2027

En mayo de 2019, la Comisión Europea presentaba el Noveno y más ambicioso Programa Marco para los años 2021 a 2027, Horizonte Europa. Con un presupuesto de 100.000 millones de euros, parte de las evaluaciones intermedias del H2020 para identificar las necesidades iniciales del nuevo programa, poniendo especial énfasis en reforzar el carácter abierto de la investigación mediante el desarrollo de una política de ciencia abierta para «mejor difusión y explotación de los resultados de investigación e innovación», así como el «apoyo a la participación de la sociedad» reforzando la difusión de la excelencia (Comisión Europea, 2019). Con esto, Horizonte Europa refuerza la importancia de la planificación de la comunicación y la difusión de la investigación científica para mejorar el diálogo entre la ciencia y la sociedad.

A la espera de la puesta en marcha de Horizonte Europa, el actual contexto de emergencia provocado por la pandemia internacional de la COVID-19 ha provocado que en marzo de 2020, como parte del todavía vigente programa H2020, la Comisión haya seleccionado 18 proyectos financiados con 48,5 millones de euros «para el desarrollo de vacunas, nuevos tratamientos, pruebas de diagnóstico, pruebas médicas y sistemas de prevención» para hacer frente a la pandemia internacional provocada por la COVID-19» (Comisión Europea, 14 de mayo de 2020). Lo más destacado, en palabras de Jean-Eric Paquet (2020), director general de Investigación e Innovación de la Comisión Europea, es «la movilización de la comunidad científica» derivada de cooperación internacional consolidada durante más de siete décadas.

14.7. Conclusiones

El origen y construcción de la actual UE ha fluctuado desde el optimismo al escepticismo. A veces vista como la solución y en otras como el problema, no ha sido, ni es, ajena a las crisis globa-

les. Precisamente las fases de impulso europeísta han tenido su origen principalmente en la necesidad de ofrecer soluciones compartidas a problema comunes.

Los programas de investigación e innovación han consolidado las redes de colaboración y cooperación de los Estados miembros, pero sin diálogo entre ciencia y sociedad no hay gobernanza efectiva de la ciencia. Por ello, se debe situar a los ciudadanos en el centro de la política científica, desde su concepción hasta la definición de los programas y convocatorias que permiten materializar las acciones específicas, y que éstas sean comunicadas de manera eficaz y eficiente a los ciudadanos.

Como investigadores, el Eurobarómetro se revela como una fuente valiosa para conocer hasta qué punto los europeos muestran interés en las líneas de actuación desarrolladas por las instituciones europeas en materia de investigación en ciencia y tecnología, y para saber cómo podemos aportar, desde nuestras propuestas de proyectos, a satisfacer las necesidades e inquietudes de los ciudadanos. Otros estudios nacionales, como los desarrollados por la FECYT en España desde 2002, y europeos, como los elaborados por la Fundación BBVA desde 2011, son especialmente valiosos para el seguimiento y monitorización de la opinión pública en este ámbito.

La evolución de los diferentes programas europeos de financiación de la investigación científica define la comunicación científica, más allá de la difusión de resultados de investigación, como un proceso planificado que debe abordar todas y cada una de las fases de los proyectos de investigación. Su peso en las resoluciones de las convocatorias ha ido creciendo, consolidándose como un requisito indispensable de la actividad científica financiada con fondos públicos, como parte del ejercicio responsable de su actividad.

Desde 1950, la colaboración y cooperación se han convertido en instrumentos para mantener el *statu quo* dentro y fuera del continente. Su articulación, sin embargo, será un largo proceso en constante reformulación para afrontar los retos cambiantes. Tras siete décadas de avances y profundas crisis, como la sucedida tras la caída del muro de Berlín y la reunificación de Alemania, la guerra en los Balcanes, la desaparición de la URSS o la

reciente salida del Reino Unido de la UE, Europa se enfrenta a un futuro incierto, cuyo impacto humano y económico es todavía incalculable.

En plena pandemia de la COVID-19, la investigación científica se ha situado en el centro del debate, marca la agenda mediática y política, especialmente la relacionada con la investigación médica y sanitaria. Los medios ceden su espacio a las voces de la ciencia y los políticos buscan el respaldo de la comunidad científica a sus decisiones. Pocas certezas salvo una consolidada política de investigación e innovación científica que debe dar respuesta a las necesidades inmediatas y futuras de la sociedad europea.

14.8. Referencias

- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (2014). *H2020*. Disponible en: <https://bit.ly/37odoq8>
- Claessens, M. (2007). «Why communicating European research?», en Claessens, M. (ed.). *Communicating European Research 2005*, págs. 1-3. Disponible en: <https://bit.ly/31TW7nl>
- Comisión Europea (1977). *Science and European public opinion*. Disponible en: <https://bit.ly/2viu9Ev>
- Comisión Europea (1979). *Les attitudes du public européen face au développement scientifique et technique*. Disponible en: <https://bit.ly/32qhmMa>
- Comisión Europea (1990). *Les européens la Science et la Technologie*. Disponible en: <https://bit.ly/2HXALus>
- Comisión Europea (1993). *Europeans, science and technology. Public understanding and attitudes*. Disponible en: <https://bit.ly/3917USe>
- Comisión Europea (2001a). *Eurobarometer 55.2. Europeans, science and technology*. Disponible en: <https://bit.ly/2t9axOf>
- Comisión Europea (2001b). *Plan de acción Ciencia y Sociedad*. Disponible en: <https://bit.ly/3a37haD>
- Comisión Europea (2005). *Eurobarometer 224. Europeans, science and technology*. Disponible en: <https://bit.ly/3ccc6R9>

- Comisión Europea (2012). *Communicating EU Research & Innovation. A guide for project participants*. Disponible en: <https://doi.org/10.2777/7985>
- Comisión Europea (2013). *Special Eurobarometer 401. Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology*. Disponible en: <https://bit.ly/2Ur71wI>
- Comisión Europea (2014). *Horizon 2020 en breve. El Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea*. Disponible en: <https://doi.org/10.2777/80075>
- Comisión Europea (2019). *Horizonte Europa. El próximo programa de inversión en investigación e innovación de la UE (2021-2027)*. Disponible en: <https://bit.ly/2MH7gQh>
- Comisión Europea (s.f.a). *FP4-IV Programa Marco de acciones comunitarias en el campo de la investigación, el desarrollo tecnológico y la demostración, 1994-1998*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/2UwoUui>
- Comisión Europea (s.f.b). *The European Commission's Innovation Programme*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/3cHtZ9n>
- Comisión Europea (s.f.c). *FP5-Quinto Programa Marco de IDT, 1998-2002*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/2AU6Cft>
- Comisión Europea (s.f.d). *FP5-Fifth Framework Programme. Key recommendations*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/2AcEYKJ>
- Comisión Europea (s.f.e). *FP6-SOCIETY-Ciencia y sociedad: programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración: «Estructuración del Espacio Europeo de Investigación» en el Sexto Programa Marco 2002-2006*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/3cRGFKX>
- Comisión Europea (s.f.f). *Resultados de investigación de la UE. FP6*, CORDIS. Disponible en: <https://bit.ly/302UBPn>
- «Decisión 1513/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2002, relativa al sexto programa marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración, destinado a contribuir a la creación del Espacio Europeo de Investigación y a la innovación (2002-2006)», en *Diario Oficial*, n.º L232, de 29 de agosto de 2002, págs. 1-42. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/dec/2002/1513/oj>

- «Decisión 182/1999/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de diciembre de 1998 relativa al quinto programa marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollo tecnológicos (1998-2002)», en *Diario Oficial*, n.º L 026, de 1 de febrero de 1999, págs. 1-33. Disponible en: [http://data.europa.eu/eli/dec/1999/182\(1\)/oj](http://data.europa.eu/eli/dec/1999/182(1)/oj)
- «Decisión 1982/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006 relativa al séptimo programa marco de la comunidad europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (2007 a 2013)», en *Diario Oficial*, n.º L412 de 30 de diciembre de 2006, págs. 1-41. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/dec/2006/1982/oj>
- «Decisión 2002/835/CE del Consejo, de 30 de septiembre de 2002 por la que se aprueba un programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración denominado “Estructuración del Espacio Europeo de la Investigación” (2002-2006)», en *Diario Oficial*, n.º L 294 de 29 de octubre 2002, págs. 44-59. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/dec/2002/835/oj>
- FECYT & CDTI. (s.f.). *¿Qué es Horizonte 2020? Eshorizonte2020*. Disponible en: <https://bit.ly/2UxFdH4> [Acceso el 10 de junio de 2020].
- Fernández, D. (2013). «La investigación en el marco de la Unión Europea: El Espacio Europeo de Investigación», en *Encuentros Multidisciplinares*, 44, págs. 1-7. Disponible en: <https://bit.ly/2Sfil08>
- Las Heras, C. y Rambla, A. (1984). «Nuevas tecnologías europeas», en *Revista de instituciones europeas*, 11 (3), págs. 817-830. Disponible en: <https://bit.ly/2BngPOM>
- Martínez Lillo, P. A. (2001). «Europa después de la Segunda Guerra Mundial: La reactivación del ideal europeísta», en Martín de la Guardia, R. M. y Pérez Sánchez, G. A. (coords.). *Historia de la integración europea*, Ariel, págs. 57-83.
- Mejlgaard, N.; Bloch, C.; Degn, L.; Ravn, T. y Nielsen, M. W. (2012). *Monitoring policy and research activities on science in society in Europe (MASIS). Final synthesis report*, European Commission. Directorate-General for Research and Innovation Science in society/Capacities FP7, Brussels. Disponible en: <https://doi.org.10.2777/79320>

- Paquet, J.-E. (2020). «Entrevista», en *Euronews*. Disponible en: <https://youtu.be/V87sBhNZaGc>
- «Reglamento (CE) 1906/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, por el que se establecen las normas de participación de empresas, centros de investigación y universidades en las acciones del Séptimo Programa Marco, y las normas de difusión de los resultados de la investigación (2007-2013)» (Texto pertinente a efectos del EEE), en *Diario Oficial*, n.º L 391 de 30 de diciembre de 2006, págs. 1-18. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1906/oj>
- Ruiz Jiménez, A. M. (2011). «¿Medir o crear opinión pública a través de encuestas? El caso de Turquía y la UE a través del Eurobarómetro», en *EMPIRIA: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 21. Disponible en: <https://doi.org.10.5944/empiria.21.2011.860>
- Sanz, N. (2008). «La apropiación política de la ciencia: origen y evolución de una nueva tecnocracia», en *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 4(10), págs. 85-123. Disponible en: <https://bit.ly/2MS9RWx>
- Unión Europea (1987). «Acta Única Europea», en *Diario Oficial*, n.º L 169/299, págs. 1-87. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/treaty/sea/sign>

15

Desarrollar una comunicación científica ética

*Francisco García García¹
y Francisco José Gil Ruiz²*

Ideas clave

Para desarrollar una comunicación científicamente ética debes tener en cuenta:

- La relación entre la ciencia, su comunicación y la ética determina una serie de obligaciones pragmáticas que afectan e involucran a los agentes implicados en la comunicación científica: científico, comunicador y receptor.
- El cumplimiento de estas obligaciones incide en el valor ético de sus respectivas contribuciones a la situación comunicativa de la ciencia.
- Las obligaciones pragmáticas del científico son: decir la verdad libre y prudentemente, dar testimonio de la verdad, compartir la verdad, adecuar e interpretar la verdad en su contexto de difusión, ser fiel a la verdad, respetar la confidencialidad y concienciar con la verdad.

1. Catedrático de Comunicación Audiovisual y Publicidad, Universidad Complutense de Madrid.

2. Profesor e investigador, Universidad Francisco de Vitoria.

- Las obligaciones pragmáticas del comunicador son: adecuar e interpretar la verdad en su contexto de difusión, ser fiel a la verdad, respetar la confidencialidad, concienciar con la verdad, decir la verdad libre y prudentemente, y compartir la verdad.
- La obligación pragmática del receptor es confiar en el discurso, pero también examinarlo de manera crítica.

15.1. Introducción

¿Cuál es la naturaleza de la ciencia, la comunicación de la ciencia y la ética?

Este capítulo reflexiona sobre estos conceptos para articular una serie de obligaciones pragmáticas, que en este caso funcionan como aquellas obligaciones que, atendiendo a la ética, regulan la interacción entre los agentes de la comunicación científica. Mediante una revisión bibliográfica de obras destacadas, se investigan estos conceptos a través de dos binomios: ciencia-ética, y comunicación científica-ética. La revisión, en este caso abierta a nivel especialmente filosófico, se presenta como un medio para navegar entre distintos autores mediante los cuales componer un relato capaz de retratar, tanto *grosso modo* como específicamente, cuál es la naturaleza de la ciencia, qué implica comunicar la ciencia, y cómo la ética toma parte en todo ello. Como excelencia de la acción que consideramos, la ciencia no solo es el dato, es la motivación que nos conduce a él y el tipo de provecho que se saca de él. Y es más, es importante destacar por qué la ciencia debe ser comunicada y cómo se puede hacer.

Aplicando un análisis hermenéutico, se propone un modelo comunicativo con tres agentes: científico, comunicador y receptor, en cuya interacción se identifica una serie de obligaciones pragmáticas, que se exponen en el apartado 4.

Procedimiento: 1) Numerar cada párrafo de los dos primeros bloques temáticos («Ciencia y ética» y «Comunicación científica y ética»); 2) Resumir el papel de cada agente; 3) Se especifican las obligaciones pragmáticas; 4) Cada obligación se verá justificada

por la alusión a los párrafos numerados³, de manera que se podrá acudir de nuevo a ellos y reconsiderar su pertinencia. Estos dos últimos puntos metodológicos estarán presentes en el apartado 4. A través de los números indicados en cada obligación, se podrá volver sobre los bloques anteriores y considerar la pertinencia de cada obligación.

Se presenta así un proceso abierto al pensamiento ético, donde el lector sea quien continúe la reflexión que aquí se pretende comenzar, aspecto potenciado, además, con la propuesta de casos prácticos a realizar libremente sobre las obligaciones pragmáticas de la comunicación científica.

15.2. Ciencia y ética

1. La ciencia es un «conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente.» (Primera acepción, DRAE, 23.^a ed., 2014). Profundizando, la ciencia consiste en el descubrimiento de la realidad a través del método científico y de las teorías existentes, respondiendo preguntas (Gadamer, 1993; Savater, 2017) y afrontando problemas (Ortega y Gasset, 2010, pág. 61). La comunicación hace accesible esa verdad científica, sacando a la superficie lo cognoscible: el nómeno (esencia) y el fenómeno (manifestación o epifanía de un hecho) (Kant, 1998); no podremos acceder a lo ontológico si no es por su manifestación fenoménica. La ética actúa sobre el compromiso propio tanto de la búsqueda incesante del descubrimiento del mundo, como de la transmisión, adecuación y accesibilidad a través de la comunicación del hecho científico, haciendo que los datos se conviertan en

3. Los subpárrafos referidos a citas textuales se tendrán en cuenta como parte del párrafo que les precede.

conocimiento, y en algunos casos, en sabiduría.⁴ Volviendo a Ortega (2010, págs. 61 y ss.), no debe confundirse ciencia con cultura, pues la primera forma parte de la segunda. Es la cultura la que utiliza lo que necesita de la ciencia, integrándola en sí. La ciencia, por tanto, se debe a ese sistema de «ideas vivas» que es la cultura, de modo que las ciencias, ramificadas, especializadas, no deben dar lugar a lo que llama el autor bárbaros «que saben mucho de algo», sino complementarse entre sí, sin esperar que la ciencia pueda responderlo todo —al menos hasta ahora no ha podido—.

2. Si contemplamos la ética como un «conjunto de normas morales que rigen la conducta de la persona en cualquier ámbito de la vida» (DRAE, 23.^a ed., 2014), la podemos relacionar con la responsabilidad de la ciencia para con su tiempo y la cultura. Está presente en la búsqueda, descubrimiento, producción y presentación del acto científico, pero también en la incitación de nuevos horizontes y perspectivas, de tal forma que un descubrimiento empuja a otro. La ética conecta así a la ciencia con la cultura de su tiempo, siéndole útil, fomentando una complementariedad, un deber, una coherencia. La ciencia clama por descubrir el todo, pero en su desarrollo suele ir, metonímicamente, parte a parte, con vocación de descubrimiento del todo. La finalidad del método científico no consiste en la verdad, falsedad o inexistencia de las cosas, sino en qué forma puede verificarse el ser y el existir de las mismas. Este modo cartesiano de entender el método nos lleva a considerar al mundo como una configuración de axiomas que construyen certezas y teorías, considerándolos como meros discursos, o incluso como relatos. Pero la ciencia se conecta con la verdad por la ecuación de la rela-

4. Citando a Savater (2017, págs. 14-15), de la información nos servimos para alcanzar conocimientos, y del conocimiento nos serviremos para llegar a la sabiduría. Son tres niveles de entendimiento, y la ciencia se mueve, según el autor, entre información y conocimiento.

ción entre descubrimiento y realidad; no es sólo un discurso, es un hecho, si bien el conocimiento de los hechos es favorecido por el uso de discursos y relatos adecuados (Descartes, 2016), donde además podemos incluir, atendiendo a Ayllón (2012, págs. 12-13), el sentido, la brújula, la orientación a la felicidad que nos permita elegir coherentemente.

3. En esa elección influye la motivación del científico. Laín Entralgo (1970, págs. 25 y ss.) distingue en el siglo XX entre el «sabio-deportista», que afronta cada reto científico como si fuera lo último que hará en la vida —la ciencia como fin en sí mismo, y superado ese reto, afrontará otro, inclusive en equipo—, y el «sabio-mercenario» que hace ciencia para el mejor postor —la ciencia como medio para ganar dinero, donde el saber no es la prioridad—. El científico comprometido viene a ser para Laín Entralgo el «sabio-denunciante moral», aquél que critica lo injusto y lo falso, y que consideramos conecta con la ética de la ciencia y con el bien que de ella se espera. No obstante, tampoco podemos obviar el papel de la ideología sobre la ciencia, pues como señala Harari (2016), la ideología es la que marca las prioridades y finalidad de las investigaciones científicas (pág. 303). ¿Qué esperamos entonces del científico? Volvamos a Laín Entralgo (1970, págs. 32 y ss.): mejorar la existencia (bienestar, comodidad), poder (dentro de una comunidad que domina determinadas ciencias o técnicas), dignidad (el logro de mi pueblo es percibido como propio), libertad (regala tiempo, otorga sentido), y nos da «quehablar», enriqueciendo nuestras conversaciones.
4. Consideramos acertada esa enumeración. La ciencia es un proceso permanente; conocedor el científico de su ignorancia, no se conforma con un descubrimiento, sino con la búsqueda incesante de la verdad y el bien para el otro. Tiene que ver con una posición ética cognitiva y de la acción voluntaria que precisa de fuertes tónicos, como dijera Santiago Ramón Cajal:

Alcanzado el primer descubrimiento, se siguen otros derivados de él como las consecuencias de las premisas. La nueva verdad hallada es a menudo el fruto de paciente y tenaz observación, la consecuencia de haber aplicado al tema más tiempo, más constancia y mejores métodos (Ramón y Cajal, 1944, pág. 66).

5. El progreso científico, la potencia del desenvolvimiento del saber, se conecta no sólo con los hechos acaecidos y demostrados con la conciencia de que son ciertos, sino que la potencia de ese proceso de la investigación en los diversos campos es resultado del juego dialéctico entre la certeza y la duda. Bien lo dice Wittgenstein (2000): tratar de dudar de todo, es no llegar a dudar de nada. La duda presupone la certeza, pero el movimiento del árbol de la certeza promueve la duda, y la duda, la necesidad de demostrar y de generar innovación y fantasía, en cuanto que la promoción del saber excita la imaginación. Y así se ve por anticipado, como certeramente nos recuerda Ortega, lo que vendría a ser como una certera ciencia, o como una fantasía cierta, dado que, sobrepasando la realidad física y concreta, extiende su pensamiento a la ciencia abstracta:

¿Qué idea se tiene de la ciencia? La ciencia es fantasía. Dígaseme qué otra cosa sino fantasía son el punto matemático, la línea, la superficie, el volumen. La ciencia matemática es pura fantasía, una fantasía exacta. Y es exacta precisamente porque es fantasía. Ningún dato sensible nos da el punto, la línea, etc. (Ortega y Gasset, 1979, pág. 283).

6. La abstracción permite al científico, citando a Savater (2009, págs. 263 y ss.), leer, olvidar e inventar; el científico o investigador debe leer y asimilar lo ajeno y anterior a él para luego poder sacudirse el pasado y afrontar lo nuevo a través de lo que puede aportar, de modo que ofrezca actualizaciones y potencialidades aptas para su tiempo. El autor traza estas ideas atendiendo a la filosofía indicando que, en la invención, la ciencia no puede promover una innova-

ción desde el sujeto —como sí lo hace la filosofía— porque su objeto es dado a la estabilidad; pero podemos preguntarnos: ¿acaso el investigador no puede desarrollar, a título personal, potencialidades de un hallazgo? ¿No facilita ello la ética? Después de todo, la ética es «[...] el gran proyecto que la inteligencia humana hace sobre sí misma. Un proyecto de humanidad inteligente» (Marina, 2016, pág. 148).

7. La fantasía de la ciencia permite ordenar y comprender inteligentemente la realidad para afrontar la ignorancia,⁵ que bien pudiera ser una premisa —no en pocos casos— ante cualquier descubrimiento, y será ética si, como dice Savater (1994, págs. 79 y ss.), es una ignorancia vivida consciente y constantemente,⁶ abocada a nuevas cotas alejadas del anquilosamiento de la certeza, orientada a lo nuevo/desconocido. Una ignorancia que conduzca a dos sentimientos que señalamos de Laín Entralgo (1970, pág. 57): inconformidad e inquietud. No obstante, en el camino se encuentra también el desacierto, porque el hallazgo, con frecuencia, pero no necesariamente, se asocia con errores previos, que solo son realmente creativos cuando son reconocidos como tales. Tampoco habrá consolidación de hallazgos sin dudas previas y posteriores, que precisan la demostración del descubrimiento y dan forma a la prudencia como término medio según dijera Aristóteles (2014); la certeza se busca como pilar para seguir la investigación y su evolución, que *per se* no es la verdad, pero que apunta hacia ella como valor moral (Wittgenstein, 2000) y que une a la comunidad científica asumiendo una nueva teoría.
8. El investigador es consciente de su ignorancia, que le ha puesto de manifiesto el nuevo descubrimiento, y es la curiosidad la que promueve la creatividad de un nuevo pro-

5. «El gran descubrimiento que puso en marcha la revolución científica fue el descubrimiento que los humanos no saben todas las respuestas a sus preguntas más importantes» (Harari, 2018, pág. 279).

6. Si fuera ignorancia pasajera, se trataría, según el autor, de «arrogante ingenuidad» (pág. 82).

yecto, y todo proyecto ve por anticipado qué será una vez cumplido el proceso de la producción investigadora movida por la causa final del saber. Cada paso hacia la verdad genera ignorancia, y ésta, dudas y nuevas dificultades, que son las que incitan a la nueva investigación, «porque investigar sin haberlas planteado antes es parecerse a los que marchan sin saber el punto a que han de dirigirse, es exponerse a no reconocer si se ha descubierto o no lo que se buscaba» (Aristóteles, 2017, pág. 54).

9. Así la ciencia desvela el funcionamiento del mundo de forma universal y detalla su expresión en aspectos particulares y específicos, sin que esta especificidad niegue la interconexión de los descubrimientos, de tal forma que produce transferencias y aportaciones que, sobrepasando su especificidad, son aplicables a otras ciencias y a la construcción del concepto de unicidad de la ciencia global. A este respecto, Wilson (1999) plantea la consiliencia como lugar de reunión de las ciencias.
10. Cada una de las ciencias se significa por sus teorías y métodos, ambos sometidos a los cambios en cuanto que las observaciones, experimentaciones y teorías van enriqueciéndose y alcanzando un mayor sentido de la argumentación, demostración y observación; las teorías que fueron prevalentes en un momento determinado exigen nuevas comprobaciones que las afiancen o que promuevan perspectivas de un nuevo descubrimiento, de un nuevo sentido. La ciencia es valiosa para el momento, pero no tiene por qué ser absoluta eternamente; es valiosa en cuanto que explica el mundo y su funcionamiento, de tal manera que las ideas científicas están sujetas al cambio, pero también su conocimiento es durable, y gracias a esta durabilidad existen espacios de intercambio, transmisión e interconexión de técnicas, conceptos y de procedimientos, que tienen un grado de validez más o menos general atendiendo al contexto, al carácter distintivo y específico de cada tipo de investigación y área científica, y al interés o necesidad para la vida humana en sus necesidades como ser humano y social.

11. Esperamos de la ciencia evidencias, fundamentadas en la validez, eficiencia, precisión y fiabilidad de sus enunciados científicos, que por otra parte deben responder a una conexión entre la verdad y la realidad. Rechazada la verdad absoluta, hay que aceptar una cierta incertidumbre, gracias a la cual se llega a la percepción de un conocimiento científico durable. Modificar las teorías no supone anular el conocimiento científico previo, sino una puerta al futuro para crecer con mayor acierto. Siguiendo a Coles (2004, págs. 79-80), la teoría de la relatividad formulada por Albert Einstein no negó las leyes de Newton, simplemente mostró que ciertos fenómenos requerían otra formulación teórica.
12. La ciencia no solo descubre el mundo, también lo explica y predice. Al explicarlo da sentido y coherencia a las propias formulaciones científicas, favorece el conocimiento, las actitudes y las conductas humanas en torno a la ciencia y al universo. Al predecirlo, nos prepara y nos alerta ante las dificultades futuras, y también de una forma positiva, indica cómo aprovechar ese adelanto del saber. Así pues, la ciencia está en un continuo ahora; lo que dice es el presente, cuyas raíces se hundieron en el pasado y siguen presentes en el ahora. Y sobre todo, nos orientan a un tiempo futuro, que como ya dijera Heidegger, está construyendo también el presente.

15.3. Comunicación de la ciencia y ética

13. La ciencia está presente en los medios que, mediante entrevistas, artículos, reportajes, documentales, series, películas, *youtubers*..., narran los hallazgos sobre las realidades descubiertas de la naturaleza. Al contrario que en décadas pasadas, ahora cualquiera puede comprender la teoría de la relatividad (Hawking, 2015, pág. 137), o al menos, tener una idea. Basta con navegar entre enlaces y dar con información personalizada según nuestras necesidades, para llegar, por ejemplo, al canal Kurzgesagt,

que publica vídeos donde la ciencia es abordada de forma didáctica, amena, y según gustos, graciosa (Barrero Muro *et al.*, 2018). Sin olvidar la ciencia ficción, cuyas historias nos hacen soñar con mundos futuros, e incluso prevenir sobre las consecuencias que implicarían ciertos avances.

14. La ciencia es un bien para la humanidad, y no basta con descubrir el mundo; el descubrimiento clama por ser conocido, y ese conocimiento se vierte sobre la propia comunidad humana para «re-conocerse». Todo ser humano tiene interés por saber, conocer el mundo (Aristóteles, 2017), conocerse a sí mismo y a sus semejantes, pues «el interés intenso, incluso obsesivo, en los otros siempre ha mejorado la supervivencia de los individuos y los grupos» (Wilson, 2014, pág. 35). Esta dialógica de conocimiento interno y externo nace en el interés y la bondad; según San Agustín (1987), el amor y el conocimiento están ligados y a su vez el amor mueve a la acción. Como analiza Josefa Rojo (2013, pág. 62): «si el amor es el motor íntimo de la voluntad, y si la voluntad caracteriza al hombre, se puede afirmar que el hombre está esencialmente movido por su propio amor». Pero ¿quién amando no desea saber más? Así pues, el desvelamiento del mundo, la verdad que conlleva dentro, clama por ser contada: *bonum diffusivum sui*, el bien, por su propia naturaleza, se difunde. Von Balthasar (1997) describe la verdad como lo no oculto, lo digno de confianza, lo abierto. Y dada la libertad del hombre, no solo puede alcanzar una verdad, sino que puede elegir compartirla,⁷ y al hacerlo, dar un testimonio digno de confianza por parte del receptor, que como veremos en adelante, también tendrá que tomar decisiones.
15. Solo el hombre, por su incapacidad, impericia, interés, beneficio o maldad, levanta barreras para desviar el conocimiento de la ciencia, y dentro de la libertad de acción, si-

7. Cabe destacar la siguiente cita: «La verdad en cuanto develamiento se convierte en un acto libre y por tanto responsable, de gran importancia ética» (pág. 95).

guiendo a Ayllón (2012), el sujeto deberá tomar una decisión guiado por una voluntad que bebe de su libertad (pág. 23). ¿Debe la verdad ser contada de manera literal? ¿Cómo adoptar una posición objetiva en el momento de la comunicación? ¿Cómo adaptarla a distintos tipos de público y formato? ¿Qué omitir y qué subrayar en función de cada canal de comunicación? ¿Hay que ocultar hechos o la transparencia debe ser plena? Von Balthasar (1997, págs. 124-125) resulta inspirador para estas cuestiones: para él, el amor es lo que asegura una comunicación correcta de la verdad, independientemente de lo desagradable que pueda ser ésta, o de los errores que pueda incluir. La verdad queda supeditada al amor, que es justo y sabe cuándo el silencio es oportuno y la transparencia imperativa, cuándo se actúa por egoísmo, y cuándo por los demás. En este escenario, tanto el científico como el comunicador pueden obrar egoístamente o por amor a la civilización, si bien en el segundo caso es, según Balthasar, donde la verdad estará libre de engaño: «y la verdad os hará libres» (Jn, 8, 32, Biblia de Jerusalén).

16. La verdad, en efecto, debe ser compartida, si bien debe ser comprensible por el ciudadano, al menos básicamente. El testimonio de nada servirá si no es inteligible para el público al que se dirige. Así, cuando vemos la serie *Cosmos: A Space-Time Odyssey* (2015), no necesitamos ser físicos para entender los entresijos del universo y normalmente confiamos en su veracidad porque el género documental implica un acuerdo generalizado y necesario entre los científicos. En cambio, el periodista sí debe preocuparse por salvaguardar la objetividad y la verdad de la información a la vez que el consumidor-espectador-lector debe ser especialmente crítico respecto a la actualidad (científica inclusive). La comunicación es actualmente una regla de supervivencia; todo el mundo está permanentemente conectado a la red, a cantidades ingentes de información que debemos interpretar, contrastar, creer, criticar. Pero como señala Serrano (2012, pág. 16), no por ello dejamos

de ser vulnerables; de hecho, el imperativo de los datos contribuye, según Tiquun (2015, pág. 87), a eliminar la sustancia del sujeto para que únicamente sea «el mejor conductor posible de la comunicación social, el lugar de un bucle retroactivo infinito y sin nudos».

17. La construcción social de la realidad a través de los medios es frenética; no se detiene la producción porque en internet todo usuario genera contenidos, construyendo así su convivencia, su cultura mediante la red (Castells, 2003), obligándose a ello en una multitarea constante, sin interrupciones, ensimismada, donde los medios potencian la ausencia de lo distinto, de la alteridad (Han, 2017), y personalizan la información mediante algoritmos (Pariser, 2017), polarizando opiniones y conocimientos. Ese cada vez menor tiempo para la reflexión posiblemente arrastre al comunicador y le impida incluso corroborar datos, al igual que al espectador/usuario/consumidor de esa información. Es tal la necesidad de estar constantemente al día, de acumular experiencias, que se hace necesario volver a valorar el instante (Concheiro, 2016), el sentido de nuestras acciones. La ciencia requiere tiempo cuando debe responder a un reto, de ahí que el comunicador (informativo, divulgativo, persuasivo, o de entretenimiento) deba luego tomarse cierto tiempo a la hora de analizar y trasladar ese hallazgo, con los matices necesarios, a un lenguaje accesible al público general, ahorrándose aseveraciones inciertas similares a los anuncios publicitarios que utilizan la ciencia como excusa para fomentar la confianza del consumidor. Atendiendo a Macdonald (2018), frases como «científicamente comprobado/probado», atractivas en términos de *marketing*, pueden resultar problemáticas (págs. 206 y ss.), pues ¿cómo identifica el consumidor el procedimiento utilizado que así lo garantiza?
18. La ciencia no puede ser un pretexto para corroborarlo todo en cualquier momento. Es más, la verdad, objetivamente, no puede adecuarse a cada persona o situación, por lo que

no puede ser subjetiva o personalizada. Si así fuera, cada cual elegiría su verdad a voluntad, y la ciencia, junto con la ética, perderían su sentido. Dice Ayllón (2017, pág. 49) que «si la verdad fuera subjetiva, todas las acciones podrían ser buenas acciones». Para el autor (págs. 51 y ss.), la posverdad se debe a la propia posmodernidad, donde los pilares vertebradores de la humanidad pierden su sentido en favor de lo momentáneo, lo parcial; la posverdad, dice, es lo que queda de la verdad en este contexto, pero entonces, ¿no podrá quedar truncada la verdad?

19. Si bien la ciencia avanza a pasos de distinta envergadura en el tiempo hacia la verdad, ésta no está sujeta a nuestra voluntad individual aunque percibamos lo contrario. La red aporta tal cantidad de información que «tanto los expertos como los aficionados se animan a buscar materiales que avalen sus teorías en lugar de estudiar la evidencia empírica para llegar a una conclusión racional» (Kakutani, 2019, pág. 84). Según Harari (2018, págs. 256 y ss.), la posverdad ha estado presente desde tiempos inmemoriales. Los relatos que creamos y en los que confiamos, sean éstos más «certeros» o no, dependen de la voluntad de poder del hombre, y por desgracia, querer el poder en ocasiones sobrepasa a la verdad. Pero ello no debe servir de excusa; análogamente a Spinoza (2018), podemos considerar que la verdad científica se compone de todos los hallazgos desarrollados a lo largo de la historia. Cada avance científico es irrenunciable, no puede deshacerse, y así debe ser comunicado, pues serán los ciudadanos y los gobiernos quienes lo enfocarán y reflexionarán para darle sentido. Retomando a Von Balthasar (1997), la verdad, aunque se trate de un fragmento de una totalidad todavía por descubrir, sigue siendo verdad (pág. 41). La comunicación científica resulta así capital para: 1) una aplicación buena (encaminada a la felicidad de la sociedad en términos aristotélicos), y 2) fomentar o reimpulsar conocimientos futuros, en connivencia, incluso, con otras ciencias. Pero aceptarlo requiere rechazar la

indiferencia y narcisismo reinantes señalados por Lipovetsky (2017), cambiar las dimensiones líquidas de nuestra vida descritas por Bauman (2013) en pos de un compromiso sólido de desarrollo orientado no solo al consumo tecnológico, sino hacia un fin compartido y civilizador que anule al hombre descrito por Ortega (2014), esto es, aquel que vive del fruto de la ciencia sin interesarse por ella.

20. La comunicación científica se da entre seres humanos, de modo que debe respetarse al interlocutor en todo el proceso. Podemos aventurar dos escenarios: científico-comunicador-ciudadano, y científico-científico. En ambos se crean comunidades gracias a las redes sociales. En el caso de los científicos, ResearchGate, Academia.edu, e incluso LinkedIn, son ejemplos de ello para difundir sus resultados (principalmente libros, informes, *papers*). Las redes sociales mantienen el muro de las investigaciones actualizado, y registran las citas y menciones entre ellas, otorgando ese distintivo de respeto hacia la autoría. El comunicador, por otro lado, bebe del científico y traslada el conocimiento en información hacia el receptor, que tendrá que convertir, de nuevo, esa información en conocimiento. La ética estriba, en ambos casos, en apelar al otro como sujeto infinito (Savater, 1998) para informarle de un hallazgo que puede entrar a formar parte de su vida. Se trate de un docto o no en la materia, el otro no es un mero receptáculo de datos, ni una posible cita académica más; es, en términos kantianos (Kant, 2014), un fin en sí mismo que puede verse enriquecido con la información. La notoriedad del hallazgo, medido de una u otra forma, sólo es el indicador del impacto de éste.
21. La actitud crítica que expone Ruiz (2018) debe estar presente en todos los agentes para preservar la ética. En la actualidad, la creencia ciega en los discursos puede alejarnos de la verdad sin que nos demos cuenta. Si bien consideramos importante esa «fe» en la verdad, ésta no es enteramente incuestionable. Siguiendo a Von Balthasar (1997), la confianza en el mensaje no elimina el examen

sobre el mismo, pues la verdad necesita en ocasiones del impulso ajeno para ser desvelada (págs. 97, 114), y es algo que podemos aplicar al investigador, al comunicador y al ciudadano de a pie. Debe haber predisposición hacia la verdad y los mensajes en que va codificada, pero consumir contenidos no implica comprenderlos y aprenderlos sin más, sino «la engañosa ilusión de que ver es comprender», como subrayan Chomsky y Ramonet (1995, pág. 78), de modo que no basta con dejarse llevar. En el mundo multipantalla que habitamos (Lipovetsky y Serroy, 2009), la imagen, como dijera Sartori (1998) al hablar de la televisión, debe ser explicada, pues consumimos imágenes e informaciones que fácilmente pueden no ser tan reales como pensamos (págs. 51 y 72). La información, venga de donde venga y en el formato en que se presente, puede entretener, pero requiere ser puesta en tela de juicio a nivel individual para evitar el desvío del bien. Si la ciencia y su comunicación deben ser lo más objetivas posibles, también lo debe ser su decodificación por el ciudadano de a pie. He ahí el enfoque ético de la comunicación científica: no una objetividad aséptica o aparente, sino encaminada a la verdad, a la transparencia real. Y la verdad se nos presenta no sólo como respuesta, sino como interrogante permanente en el receptor.⁸ Dudar, cuestionar la información, en definitiva, ejercer la curiosidad, es imperativo dado que «el consenso generalizado no siempre es prueba de que se progresa hacia la verdad» (Camps, 2016, pág. 85).

22. De alguna manera, el puente existente entre la ciencia y su comunicación se garantiza por el sentido de responsabilidad colectiva. Hace que los distintos agentes investigadores, sociales y políticos, encuentren el acuerdo en el que se ven implicados por la actividad científica. Con fre-

8. Volvemos a esa idea de la ignorancia consciente que impulsa hacia el nuevo conocimiento.

cuencia, la sociedad necesita que los científicos traten determinado tipo de investigación, ya sea por urgencias médicas, por necesidades tecnológicas o por cualquier otra razón, que aun así no puede hacer abandonar la investigación básica, porque la ciencia no es sólo el conjunto de aplicaciones para necesidades inmediatas, sino el descubrimiento profundo de la realidad del universo, en cuyos desvelamientos se podrán encontrar posibles aplicaciones, ya sea de forma inmediata, mediata, o a largo plazo, pero cuyo fin primero no debería ser la aplicación, sino conocer la realidad y verdad del universo.

23. Atendiendo a enfoques paralelos a Spinoza y Von Balthasar previamente señalados, los agentes implicados en la comunicación científica comprenderán cada acierto como un paso más hacia la verdad no revelada, para el bien común como civilización. La comunicación científica debe abrirse al conocimiento para que el individuo, de manera autónoma, disponga de herramientas para afrontar esa verdad en un constante descubrimiento. La ética, en este contexto, es el marco ontológico del acto comunicativo de todos sus agentes. El bien exige su comunicación y la comunicación debe ser buena y contribuir a la esencia de la felicidad, entendida ésta como «estado de grata satisfacción espiritual y física» (Primera acepción, DRAE, 2014, 23ª edición) alimentada por la constancia de la virtud, término medio aristotélico que nos empuja no a una felicidad individual, sino a una compartida, en tanto que nos predispone hacia nosotros y hacia los demás,⁹ a preocuparnos del bien: «si una sociedad justa requiere un intenso sentimiento comunitario, tendrá que encontrar una forma de cultivar en los ciudadanos una preocupación por el conjunto, una dedicación al bien común» (Sandel, 2016, pág. 298).

9. Ver Aristóteles (2014).

15.4. Obligaciones pragmáticas

La pragmática, parte de la retórica referida a la enunciación y que afecta a la situación comunicativa (García Barrientos, 2014, pág. 12), establece así la relación entre distintos agentes y el producto compartido. Autor y lector se relacionan a través del texto, de lo que dicen, de lo que escriben y de lo que relatan, ya sea a través de palabras o imágenes. Las obligaciones pragmáticas se plantean aquí como aquéllas de carácter ético y comunicativo que relacionan a los distintos agentes de la comunicación científica. No pretenden entrar en conflicto con documentos como la Declaración de Helsinki aprobada en 1964 y enmendada en varias ocasiones hasta 2013 (Asociación Médica Mundial, 2017), ni con las normas estandarizadas por parte de las revistas científicas, como la más evidente: no plagiar.

Se pretende aportar un trasfondo ético que fomente la discusión sobre la ética en la ciencia y en su comunicación, es decir, la buena ejecución de la comunicación científica enfocada a los demás, y que a su vez bien pueden servir como ideas clave de este trabajo.

15.4.1. Obligaciones pragmáticas del científico

El científico, consciente de su ignorancia, es el primer descubridor de una verdad, lo que le convierte en el primer testigo de ésta, y en el sujeto capaz de cooperar desde ella. Por ello deberá:

- a. Decir la verdad libre y prudentemente (párrafos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 20, 22);
- b. Dar testimonio de la verdad en calidad de testigo de ésta (párrafos 11, 14, 16, 20, 23);
- c. Compartir la verdad, puesto que ésta no sólo le afecta a él, sino al mundo que lo rodea (párrafos 1, 3, 9, 10, 14, 15, 16, 20, 22, 23).

Estas tres obligaciones le predisponen para afrontar otras una vez se embarca en el acto comunicativo, donde se adminis-

tra la verdad en el que no sólo estará en contacto abierto con el comunicador social (medios de comunicación), sino también con el ecosistema científico, ya que difunde sus resultados en libros, *papers*, informes... tanto hacia la sociedad, como a la comunidad científica. En este contexto las obligaciones son:

- a. Adecuar e interpretar la verdad en su contexto de difusión (párrafos 3, 13, 15, 20);
- b. Ser fiel a la verdad (párrafos 3, 6, 14, 15, 17, 18, 21);
- c. Respetar la confidencialidad (párrafo 15);
- d. Concienciar con la verdad, utilizar el hallazgo para mejorar la vida (párrafos 3, 12, 13, 19, 21, 23).

15.4.2. Obligaciones pragmáticas del comunicador

El comunicador recoge la responsabilidad de la verdad de la mano del científico en el acto comunicativo, y junto con éste, lleva a cabo la administración de la verdad. Científico y comunicador comparten obligaciones que se amoldan a sus discursos; el comunicador puede emplearlo de manera predominantemente informativa, divulgativa y ficcional:

- a. Adecuar e interpretar la verdad en su contexto de difusión (párrafos 13, 15, 16, 17, 19, 21);
- b. Ser fiel a la verdad (párrafos 15, 16, 17, 18, 19);
- c. Respetar la confidencialidad (párrafo 15);
- d. Concienciar con la verdad (párrafos 12, 18, 19, 21, 23).

Además comparte otras con el científico:

- a. Decir la verdad libre y prudentemente (párrafos 14, 15, 17, 18, 19, 21);
- b. Compartir la verdad (párrafos 14, 15, 16).

15.4.3. Obligaciones pragmáticas del receptor

El destinatario de la comunicación científica, esto es, el ciudadano y el universo social en el caso del comunicador, y la comunidad científica (grupo de trabajo inclusive) en el del científico:

- a. Debe confiar en el discurso, pero también examinarlo de manera crítica (párrafos 14, 16, 17, 19, 21, 23).

La ética transcurre así de manera transversal a lo largo del proceso, teniendo como máxima el bien común de la sociedad. La figura 62 resume estos aportes: el cometido de los tres agentes deja entrever las obligaciones pragmáticas que les interconecta como trasfondo integrador. La ética mantiene la base y el horizonte de la actividad comunicativa: mejorar el mundo.

15.5. Conclusiones

A través de este capítulo hemos explorado de manera reflexiva la relación entre la ciencia, su comunicación, y la ética, para determinar una serie de obligaciones pragmáticas que afectan a los agentes implicados en la comunicación científica (científico, comunicador, receptor) y que inciden en el valor ético de sus respectivas contribuciones a la situación comunicativa de la ciencia. La ética toma forma de esas obligaciones, fluye transversalmente por las acciones de estos tres agentes, y queda abierta al libre examen del lector, que podrá considerar los argumentos otorgados a cada obligación observando la numeración del texto desarrollado.

El análisis del texto queda así abierto a las posibilidades que el lector encuentre en él, pudiendo navegar sobre lo aquí estudiado de tal forma que el texto sirve como base y argumentación de las obligaciones pragmáticas. La actividad hermenéutica, por tanto, no se cierra aquí con la redacción de dichas obligaciones, sino que hace que el lector realice su propio análisis sobre las obligaciones, que además podrá reflexionar con los casos prácticos propuestos a continuación.

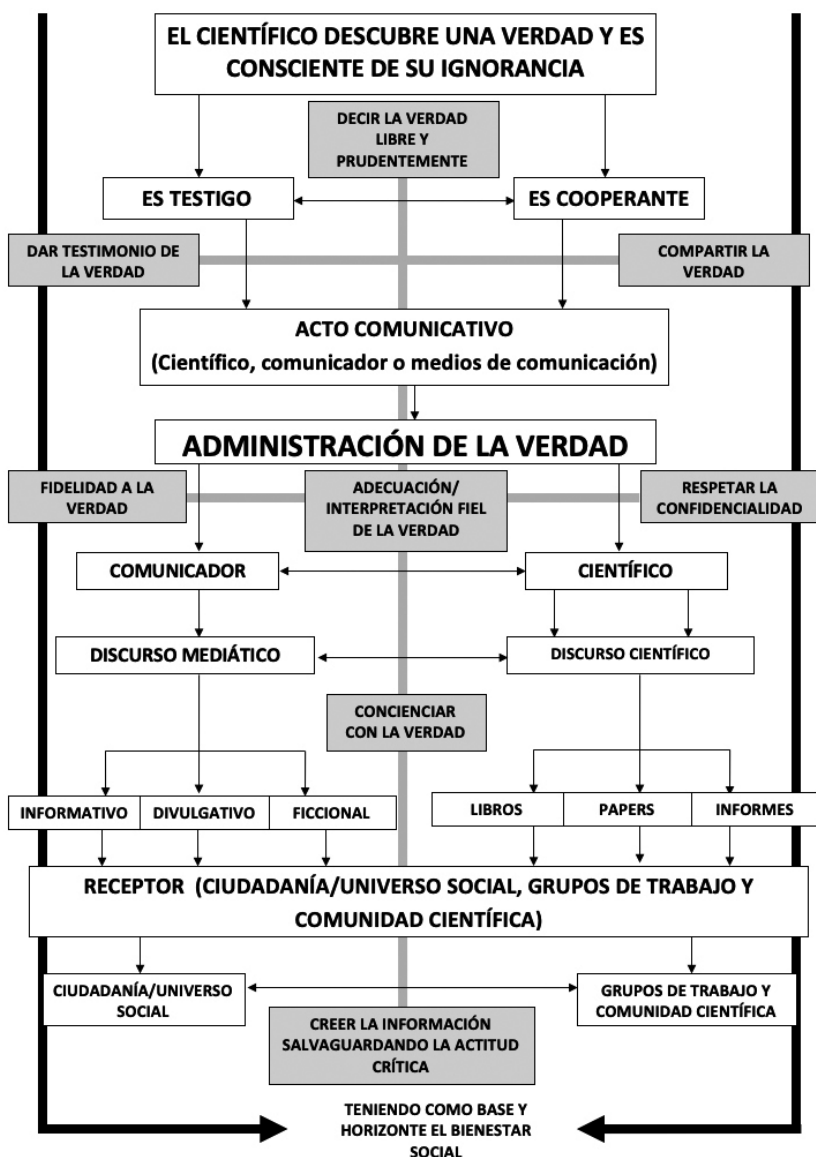


Figura 62. Agentes de la comunicación científica y sus obligaciones pragmáticas.
Fuente: elaboración propia.

15.6. Casos prácticos

Se proponen dos casos prácticos de reflexión para el lector:

Caso 1. Fuente: Einstein (2017, pág. 51):

Yo firmé una carta que estaba dirigida al presidente Roosevelt, y ése fue el único hecho al que se limitó mi participación en la creación de la bomba atómica. En esa misiva se ponía el énfasis en lo necesario que era llevar a cabo experimentos con el fin de analizar la posibilidad de construir una bomba atómica.

Yo era plenamente consciente del espantoso peligro que la ejecución de ese intento iba a representar para la humanidad. Sin embargo, lo que me empujó a dar ese paso fue la probabilidad de que los alemanes estuvieran trabajando en lo mismo.

Caso 2. Fuente: De Jorge (16/04/2020) en ABC:

Kepler-1649c, como ha sido bautizado, había pasado desapercibido en anteriores búsquedas de las observaciones de Kepler, retirado en 2018. Pero al revisarlas de nuevo, los investigadores volvieron a mirar la firma y la reconocieron como un exoplaneta. El nuevo mundo es sólo 1,06 veces más grande que el nuestro. Además, la cantidad de luz estelar que recibe de su estrella anfitriona es el 75% de la cantidad de luz que recibe la Tierra de nuestro Sol, lo que significa que la temperatura del exoplaneta también puede ser similar a las que nosotros tenemos aquí. Pero no todo son buenas noticias. A diferencia de la Tierra, Kepler-1649c orbita una enana roja. Este tipo de estrella es conocido por sus potentes estallidos, que pueden hacer que el entorno de un planeta sea un desafío para cualquier vida potencial.

Para cada uno de ellos trata de dar respuesta de manera argumentada a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las obligaciones pragmáticas del científico? Puedes buscar ejemplos en la prensa y en la literatura científica.

- En cuanto receptor de mensajes científicos, ¿cuáles son tus obligaciones pragmáticas, y qué acciones llevarías a cabo como receptor activo?
- Aplicado a cada caso, ¿por qué la ciencia y la comunicación de la ciencia deben regirse por principios éticos?

15.7. Referencias

- Aristóteles (2014). *Ética a Nicómaco*, Alianza Editorial, Madrid.
- Aristóteles (2017). *Metafísica*, Plutón Ediciones, Madrid.
- Asociación Médica Mundial (2017). *Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Ayllón, J.R. (2012). *Ética razonada*, Palabra, Madrid.
- Ayllón, J.R. (2017). *Verdad*, Palabra, Madrid.
- Barrera, D.; Gértrudix Barrio, M.; Rajas Fernández, M.; Álvarez-García, S.; Gertrudis Casado, M. C. y Romero-Luis, J. (2018). «Análisis del canal Kurzgesagt en difusión de comunicación científica eficiente», en *Research-Gate*. Disponible en DOI: 10.13140/RG.2.2.35234.32969
- Bauman, Z. (2013). *Vida líquida*, Austral, Barcelona.
- Biblia de Jerusalén (1985). Desclee de Brouwer, Bilbao.
- Braga, B.; Cannold, M.; Druyan, A.; MacFarlane, S. y Butler, A. (productores ejecutivos) (2014). *Cosmos: A Space-Time Odyssey* [Serie de television/Documental], Cosmos Studios; Fuzzy Door Productions; National Geographic Channel; Six Point Harness.
- Camps, V. (2016). *Elogio de la duda*, Arpa editores, Barcelona.
- Castells, M. (2003). *La Galaxia Internet*, Bolsillo, Barcelona.
- Chomsky, N. y Ramonet, I. (1995). *Cómo nos venden la moto. Información, poder y concentración de medios*, Icaria, Barcelona.
- Coles, P. (2004). *Einstein y el nacimiento de la Gran Ciencia*, Gedisa, Barcelona.

- Concheiro, L. (2016). *Contra el tiempo. Filosofía práctica del instante*, Anagrama, Barcelona.
- De Jorge, J. (16/04/2020). «Hallan el planeta extrasolar más parecido a la Tierra hasta la fecha», en *ABC*. Disponible en: https://www.abc.es/ciencia/abci-hallan-planeta-extrasolar-mas-parecido-tierra-hasta-fecha-202004162107_noticia.html
- Descartes, R. (2016). *El discurso del método*, Plutón ediciones, Barberà del Vallés.
- Diccionario de la Real Academia Española (2014). «Ciencia». 23.^a edición. Disponible en: <https://dle.rae.es/?w=ciencia>
- Diccionario de la Real Academia Española (2014). «Ética». 23.^a edición. Disponible en: <https://dle.rae.es/%C3%A9tico>
- Diccionario de la Real Academia Española (2014). «Felicidad». 23.^a edición. Disponible en: <https://dle.rae.es/felicidad>
- Einstein, A. (2017). *El mundo como yo lo veo*, Plutón ediciones, Madrid.
- Gadamer, H. G. (1993). *Verdad y Método. Fundamentos de la Hermenéutica Filosófica*, Ediciones Sígueme, Salamanca.
- García Barrientos, J. L. (2014). *Las figuras retóricas. El lenguaje literario 2*, Arco libros, Madrid.
- Han, B. C. (2017). *La sociedad del cansancio*, Herder, Barcelona.
- Harari, Y. N. (2016). *Sapiens. De animales a dioses*, Debate, Barcelona.
- Harari, Y. N. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*, Debate, Barcelona.
- Hawking, S. (2015). *La teoría del todo*, Penguin Random House, Barcelona.
- Kant, E. (1998). *Crítica de la razón pura*, Ediciones Sígueme, Salamanca.
- Kant, I. (2014). *Kant: Fundamentación para una metafísica de las costumbres. Crítica de la razón práctica. Hacia la paz perpetua. Vol. II*, RBA Coleccionables, S.A., Madrid/Gredos, Barcelona.
- Kakutani, M. (2019). *La muerte de la verdad*, Galaxia Gutemberg, Barcelona.
- Kurzgesagt: In a Nutshell* (2013). Canal de YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/user/Kurzgesagt/featured>

- Laín Entralgo, P. (1970). *Ciencia y vida*, Seminarios y Ediciones, S.A., Madrid.
- Lipovetsky, G. (2017). *La era del vacío*, Anagrama compactos, Barcelona.
- Lipovetsky, G. y Serroy, J. (2009). *La pantalla global. Cultura mediática y cine en la era hipermoderna*, Anagrama, Barcelona.
- Macdonald, H. (2018). *Verdad. Cómo los distintos lados de cada historia configuran nuestra realidad*, Debate, Barcelona.
- Marina, J. A. (2016). *El vuelo de la inteligencia*, Penguin Random House, Barcelona.
- Ortega y Gasset, J. (1979). *Papeles sobre Velázquez y Goya*, Alianza Editorial, Madrid.
- Ortega y Gasset, J. (2010). *Misión de la Universidad*, Revista de Occidente/Alianza Editorial, Madrid.
- Ortega y Gasset, J. (2014). *La rebelión de las masas y otros ensayos*, Alianza Editorial, Madrid.
- Pariser, E. (2017). *El filtro burbuja. Cómo la red decide lo que leemos y lo que pensamos*, Taurus, Barcelona.
- Ramón y Cajal, S. (1944). *Los tónicos de la voluntad*, Espasa Calpe-Colección Austral, Madrid.
- Rojo, J. (2013). «El amor y la virtud como claves antropológicas para el logro de la felicidad en San Agustín», en *Metafísica y Persona*, 10, págs. 55-78.
- Ruiz, J. C. (2019). *El arte de pensar*, Almuzarza /B4P, Córdoba.
- San Agustín (1987). *Confesiones*, Espasa Calpe, Madrid.
- Sandel, M. J. (2016). *Justicia. ¿Hacemos lo que debemos?*, Penguin Random House, Barcelona.
- Sartori, G. (1998). *Homo videns. La sociedad teledirigida*, Taurus, Buenos Aires.
- Savater, F. (1994). *El contenido de la felicidad. Un alegato reflexivo contra supersticiones y resentimientos*, El País/Aguilar, Madrid.
- Savater, F. (1998). *Invitación a la ética*, Anagrama, Barcelona.
- Savater, F. (2009). *La tarea del héroe*, Ariel, Barcelona.
- Savater, F. (2017). *Las preguntas de la vida*, Ariel, Barcelona.
- Serrano, S. (2012). *El regalo de la comunicación*, Anagrama, Barcelona.

- Spinoza, B. (2018). *Ética*, RBA Coleccionables, S. A., Madrid/Gredos, Barcelona.
- Tiqqun (2015). *La hipótesis cibernética*, Acuarela libros/Machado, Madrid.
- Von Balthasar, H.U. (1997). *Teológica, vol. 1. Verdad del mundo*, Ediciones Encuentro, Madrid.
- Wilson, E.O. (1999). *Consilience. La unidad del conocimiento*, Galaxia Gutemberg/Círculo de lectores, Barcelona.
- Wilson, E. O. (2014). *El sentido de la existencia humana*, Gedisa, Barcelona.
- Wittgenstein, L. (2000). *Sobre la certeza*, Gedisa, Madrid.

16

Formar a los comunicadores científicos

*Ángeles Fernández Martínez¹
y F. Javier Pérez Martínez²*

Ideas clave

En la formación de los comunicadores científicos es importante tener en cuenta:

- La pandemia causada por el coronavirus COVID-19 ha activado el protagonismo de pseudocientíficos y charlatanes que propagan teorías disparatadas y recomendaciones que pueden afectar gravemente la salud de los ciudadanos.
- Se ha constatado una evidente falta de competencia y capacitación de muchos científicos, médicos y autoridades sanitarias a la hora de informar sobre la situación y comunicar con eficacia las instrucciones.
- Es urgente mejorar los canales, mensajes y procedimientos para informar a la opinión pública sobre todo lo relacionado con la COVID-19.
- Las UCC+i han realizado una notable labor en favor de la divulgación científico-tecnológica, pero se echa en falta una apuesta decidida por

1. Profesora titular interina, Facultad de Ciencias de la Comunicación, Universidad Rey Juan Carlos.

2. Periodista. Máster en Comunidades Europeas. Secretario adjunto de ASEIC.

la formación de investigadores y docentes en técnicas de comunicación social de la ciencia.

- Debe ser reconocido e incentivado, a efectos de progresión en la carrera docente e investigadora, y también desde la perspectiva retributiva, la implicación del PDI en programas de formación y adiestramiento en divulgación y comunicación social de la ciencia.

16.1. Introducción

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud otorgó el rango de pandemia a la enfermedad por coronavirus (COVID-19) que fue notificada por primera vez en Wuhan (China) el 31 de diciembre de 2019. El mundo entero atraviesa una crisis sanitaria como no se conocía desde hace un siglo, cuando la mal llamada «gripe española» causó la muerte de decenas de millones de personas en todo el planeta.

Los organismos supranacionales, los gobiernos, las autoridades sanitarias y la comunidad científica afrontan un desafío que ha desbordado todas las previsiones y cuyo alcance, seis meses después de la alerta internacional, está lejos de ser controlado. La magnitud de los efectos sobre la salud pública y la economía crecen día a día, con sus secuelas de mortandad, amenaza de colapso de los sistemas sanitarios y crisis en la práctica totalidad de los sectores productivos y de servicios.

En este contexto asistimos, por si no hubiera pocos problemas y gravísimos contratiempos, al incremento de mensajes propagados por gobernantes insensatos, pseudocientíficos, sanitarios extraviados, curanderos y charlatanes de toda laya y condición. El altavoz planetario de la Red y sus poderosas herramientas, más algunos medios convencionales, ofician de púlpito medieval donde se encaraman estos apóstoles de la confusión, la incertidumbre y la toxicidad informativa.

Como ha señalado el doctor Antoni Trilla, «las teorías de la conspiración y la desinformación proliferan en tiempos de incertidumbre y temor como el actual. Grupos bien organizados propagan teorías que van adaptando a la realidad cambiante

y que buscan a la población más vulnerable y receptiva» (Trilla, 2020).

Este trabajo, inicialmente concebido por identificar las funciones de las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i), y en concreto su competencia como instrumentos para la formación en técnicas de divulgación y comunicación social de la ciencia, pone además el acento en la ineludible exigencia de «abordar campañas de comunicación de la ciencia y persuasión para lograr una mejor y más eficaz implicación de las personas en las medidas de salud pública que permitan detener el ritmo de contagios y proteger más eficazmente a las comunidades en riesgo». Así lo recomienda expresamente un informe de la universidad norteamericana Johns Hopkins, centro de referencia en la crisis de la COVID-19.

En este sentido, la historiadora Antonia de Oñate, directora de la Sociedad para el Avance del Pensamiento Crítico, en declaraciones al diario extremeño «Hoy», rompía una lanza por el fortalecimiento de las estrategias de divulgación científica y reivindicaba una clara apuesta por el método científico como único camino para atajar la nefasta influencia de negacionistas y pseudocientíficos (Cortés, 2020).

En las presentes circunstancias toca hacer de la necesidad virtud. Ha llegado la hora de apostar con determinación y exigencia por estrategias de comunicación social de la ciencia y la capacitación del PDI en técnicas y métodos de divulgación científica.

16.2. COVID-19: el desafío de la comunicación

Cuando se planteó la redacción de este capítulo, sobre la base de una investigación preliminar publicada por los autores en el blog del Grupo Ciberimaginario, era impensable que mediado el año 2020 en España, como en el resto de las naciones del mundo, se estuviese en una situación de crisis sanitaria y socioeconómica de proporciones desconocidas. Centenares de miles de personas han perdido la vida y son millones los infectados. En nuestro

país más de cuarenta mil ciudadanos han fallecido como consecuencia de la tremenda mortalidad causada por la COVID-19. Desde la gran pandemia de 1920, mal llamada «gripe española», la humanidad no ha conocido una catástrofe sanitaria de tan tremenda magnitud.

Los coronavirus (CoV) son una gran familia de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves. La epidemia de COVID-19 fue declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) «una emergencia de salud pública de preocupación internacional» el 30 de enero de 2020. El 11 de marzo de 2020 la OMS anunció que la nueva enfermedad por el coronavirus 2019 (COVID-19) tenía el rango de pandemia. La caracterización de pandemia significa que la epidemia se ha extendido por varios países, continentes o todo el mundo, y que afecta a un gran número de personas (OMS, 2020).

Los efectos de esta epidemia planetaria, con sus secuelas de confinamientos masivos, desmoronamiento brutal de la actividad económica, paralización de los desplazamientos, colapso de los sistemas sanitarios y elevada letalidad, han situado las noticias relacionadas con la sanidad y la salud pública en primer plano de la actualidad. La ciudadanía sigue, sobrecogida, el caudal incesante de informaciones que saturan los medios y que suscitan todo tipo de reacciones y controversias. Comprobamos, como advirtió Furio Colombo, que «la noticia científica viaja en periodismo con un inmenso valor añadido» (Colombo, 1997, pág. 96).

Junto a las noticias que gozan de los atributos de la veracidad y la exigencia del rigor, circulan todo tipo de teorías y especulaciones a cual de ellas más disparatada. El rango de los despropósitos va desde los inocentes, aunque no por ello menos tóxicos, mensajes retuiteados por ciudadanos adictos a la tecla, hasta las teorías que niegan la pandemia o atribuyen el virus a una conspiración planetaria urdida por malignos e interesados multimillonarios filántropos, potencias internacionales, contubernios conjurados para controlar el mundo o sectas diabólicas.

Tampoco faltan gobernantes extraviados y demagogos, incluso en países que deberían ser un modelo y una referencia, que alientan conductas y sostienen argumentos que colisionan con

las razones y evidencias científicas que invocan sus expertos. Por haber, hay hasta un colectivo profesional de facultativos, llamado «médicos por la verdad», que desde la más absoluta impunidad y desprecio por la ciencia propaga dislates y siembra el desconcierto. Una partida de pseudocientíficos que parece escapada de un frenopático, tal es su osadía e imprudente proceder (Maldita.es, 2020).

Entre medias se incluyen los bien intencionados pronunciamientos de sanitarios, autoridades e investigadores que, ayunos de competencias y habilidades comunicativas, no renuncian a su cuota de visibilidad mediática para difundir mensajes que muchas veces, por su carga de tecnicismos o por su terminología para iniciados, son incomprensibles para la gente común. Explicaciones más propias de una sesión científica que de la indispensable divulgación.

Y todo ello, finalmente, amparado por la potencia de las redes sociales y la circulación de contenidos *online* a través de canales en YouTube, plataformas, TV convencional y otros medios y circuitos. Y ahí conviven la noticia científica en estado puro, la divulgación ejecutada con profesionalidad y el peor sensacionalismo amarillista. Y no siempre es fácil separar el grano de la paja.

Según datos de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2018b), internet es la primera fuente de información científica para un 40,3% de los ciudadanos (un aumento desde el 37,7% de la encuesta anterior). Pero es la televisión la fuente más consultada cuando se cita más de un medio para estar informado en ciencia, con un 75,7%, frente al 63,4% de internet.

Internet supera a la televisión como fuente de información científica entre personas de 15 a 34 años. Además, internet es también la primera fuente de información para quienes demuestran un interés alto por temas científicos y tecnológicos (80,3%), seguida de la televisión (72%). Sin embargo, para quienes manifiestan un interés bajo en temas científicos y tecnológicos, la televisión es la primera fuente de información (78,8%), frente al 38,2% de internet.

En este sentido, la edición 2018 de la Encuesta sobre la Percepción Social de la Ciencia, que elabora la citada Fundación Es-

pañola para la Ciencia y Tecnología (FECYT), último estudio de estas características de los realizados desde 2002, ofrece algunos datos relevantes. Información que habrá que contrastar, en su momento, con los datos del bienio 2018-2020, que recogerán indicadores relacionados con la pandemia. De momento, el informe 2018 ofrece estas conclusiones en el módulo destinado a sondear la percepción social de la ciencia en temas relacionados con la salud.

- La amplia mayoría de la población confía en la utilidad de las vacunas infantiles. Sin embargo, el 3,3% cree que su utilidad para la salud es poca o ninguna (este porcentaje representa a 1.250.000 personas). Además, un 6,4% de la población cree que los riesgos de las vacunas infantiles superan a los beneficios. Estas cifras son mayores entre las personas con menor nivel educativo.
- El 19,6% de los españoles ha utilizado tratamientos como la homeopatía o la acupuntura y un 5,2% los ha utilizado en sustitución a la medicina convencional, mientras que un 14,4% como tratamiento complementario.
- Asimismo, uno de cada cuatro españoles (25,4%) dice confiar en los efectos beneficiosos de la homeopatía y el 16% en el reiki (imposición de manos). Las mujeres usan más tratamientos como homeopatía o acupuntura: un 24,7% frente al 14,2% de los hombres.
- El 21,6% de la población cree que la homeopatía tiene carácter científico, una cifra similar a la acupuntura (23,3%). La creencia del carácter científico de estas prácticas es menor entre personas de mayor nivel educativo.

Preocupante que demasiada gente desconfíe de las vacunas o confíe en tratamientos y terapias pseudocientíficas (FECYT, 2018b). Por otra parte, y volviendo al caso concreto de la epidemia por COVID-19, según datos de la consultora audiovisual Barlovento Comunicación, tanto la navegación por internet como el consumo de TV han alcanzado en España cotas históricas desde que comenzó la pandemia, con un acuciante interés por todas las

noticias relacionadas con el coronavirus. Contenido, por cierto, que en muchos momentos ha tenido carácter casi exclusivo en las programación informativa de las cadenas de TV (Casero-Ripollés, 2020).

Como suele decir el periodista Miguel Ángel Aguilar, físico de formación, nos encontramos en el escenario de una inundación, un desbordamiento brutal, y justamente cuando más agua hay más necesaria e indispensable es el agua potable. Huelga decir que lo que Aguilar llama «agua de mesa» es la información seria, contrastada, solvente y rigurosa (Aguilar, 2019). El veterano periodista Iñaki Gabilondo lo viene advirtiendo desde hace mucho tiempo: «No tenemos capacidad de digerir la información» (Gabilondo, 2011).

16.3. Alerta de la Johns Hopkins: hay que comunicar más y mejor

Así las cosas, la universidad norteamericana Johns Hopkins (JHU, 2020), una institución de referencia en el campo de las ciencias de la salud y que está haciendo un seguimiento extremadamente riguroso de todos los flancos de la pandemia, difundió un informe sobre medidas y recomendaciones que las autoridades sanitarias deberían impulsar para mejorar la sensibilización y adiestramiento de los ciudadanos a fin de frenar la progresión de los contagios y la propagación de la enfermedad.

En este informe, firmado entre otros por la prestigiosa epidemióloga Caitlin Rivers y el director del Centro de Seguridad Sanitaria de la Johns Hopkins, Tom Inglesby, se recomienda la intervención de especialistas en comunicación de la ciencia y en persuasión para lograr una mejor y más eficaz implicación de las personas en las medidas de salud pública que permitan detener el ritmo de contagios y proteger más eficazmente a las comunidades en riesgo.

El documento señala que «La psicología social y la comunicación de la ciencia tienen mucho terreno que ganar. La coherencia de los mensajes desempeñará un papel importante para superar la

desinformación y las diferencias ideológicas que contribuyen a un cumplimiento escaso de las guías de salud pública. Líderes políticos y científicos deben trabajar en estrecha colaboración en el desarrollo de políticas y en su comunicación al público» (Salas, 2020).

Hoy estamos comprobando, como advierte el informe de la Johns Hopkins, que ante una crisis sanitaria como la causada por la COVID-19 se echa en falta la presencia en la esfera pública de profesionales sanitarios y científicos que aúnen, junto a su formación y competencia, las habilidades indispensables para que sus mensajes tengan efectividad y trasladen a la opinión pública la información y las instrucciones que favorezcan un conocimiento preciso de la situación, así como de las medidas individuales y colectivas que son necesario abordar para afrontar el tremendo desafío al que se enfrenta el mundo en su conjunto. Nunca fue más certero el aserto de D. Santiago Ramón y Cajal: «lo que se concibe bien se enuncia claramente» (1916).

En las presentes circunstancias estas consideraciones previas, al hilo de la acuciante actualidad, vienen a reforzar la imperiosa necesidad apuntada en las conclusiones de nuestro trabajo. Nos referimos a la conveniencia de fortalecer uno de los pilares de las Unidades de Cultura Científica (UCC+i), cual es la formación y capacitación de académicos e investigadores en técnicas y habilidades comunicativas. Lo aconsejable y conveniente sería incluir en los programas de formación universitaria, especialmente en las titulaciones científico-tecnológicas, algún programa reglado de formación y adiestramiento en técnicas comunicativas. Pero, de momento, debemos conformar con la encomiable, aunque limitada, aportación que realizan las UCC+i.

16.4. Papel de las UCC+i

En el artículo 38 de la Ley 14/2011, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (2011), bajo el enunciado «Cultura científica y tecnológica» se enumera una serie de medidas para promover y fortalecer la divulgación científico-tecnológica y poner en valor el esfuerzo de la comunidad investigadora.

El legislador señala que «las administraciones públicas fomentarán las actividades conducentes a la mejora de la cultura científica y tecnológica de la sociedad a través de la educación, la formación y la divulgación, y reconocerán adecuadamente las actividades de los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación en este ámbito». El articulado incluye dos invocaciones concretas a propósito del asunto que nos ocupa: se deberá fomentar la comunicación científica e innovadora por parte de los agentes de ejecución del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación e incluir la cultura científica, tecnológica y de innovación como eje transversal en todo el sistema educativo.

A éstos y otros loables propósitos dedican sus esfuerzos las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i), presentes en la práctica totalidad de las universidades españolas y en los organismos públicos de investigación (OPI), además de en otras instituciones científico-tecnológicas y fundaciones. En su implantación y desarrollo juega un papel muy activo la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), fundación del sector público que se constituyó en 2001, en dependencia actualmente del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Las UCC+i se han convertido en uno de los principales agentes en la difusión y divulgación de la ciencia y la innovación en España, de modo que constituyen un servicio clave para mejorar e incrementar la formación, la cultura y los conocimientos científicos de los ciudadanos. Según leemos en el portal de la FECYT: «La Red de UCC+i tiene por objetivo fomentar el intercambio de experiencias y la búsqueda de sinergias entre entidades, lo que mejora la calidad de los productos y servicios de las UCC+i y promueve la optimización de recursos» (FECYT, 2020).

La FECYT estableció en 2012 un proceso de registro cuyo objetivo era definir los requisitos mínimos que debía cumplir una Unidad de Cultura Científica y de la Innovación para poder ser considerada como tal y, de este modo, pasar a formar parte del directorio de UCC+i de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, coordinadora de la Red: organización estable con un responsable con dedicación completa, un presupuesto que evidencie el compromiso de la entidad con la Unidad y un nivel

de actividad que dependa de la modalidad a la que pertenece (comunicación, divulgación, formación o investigación).

Según el directorio del portal de la FECYT, en España existen, en el momento de consultar su directorio (febrero de 2021), 87 Unidades de Cultura Científica que se han registrado y dado de alta en la Fundación, beneficiándose de las prestaciones y asistencia que están previstas para las UCC+i que acceden a integrarse en la Red. La propia fundación admite que pueden existir algunas más pero que no estarían bajo el paraguas de la FECYT.

Sobre la implantación, funcionamiento y objetivos de las Unidades de Cultura Científica existen dos trabajos de referencia: el *Libro blanco de las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación*, editado por la FECYT (Capeáns *et al.*, 2012), y un informe posterior (FECYT, 2016) también editado por la FECYT, con el título *UCC+i: origen y evolución (2007-2014)* (FECYT, 2015).

En el *Libro blanco* se reseñan diferentes modalidades de UCC+i atendiendo a sus líneas de actuación, naturaleza del centro del que dependen, especialización, ámbito geográfico, público objetivo y dotación presupuestaria (Capeáns *et al.*, 2012, pág. 9-13).

Respecto a las líneas de actuación, el *Libro blanco* consigna lo siguiente:

1. UCC+i que realizan comunicación de resultados de I+D+I. Las actividades de comunicación de resultados de I+D+I son todas aquéllas asociadas a la difusión de informaciones y contenidos que cumplen determinados criterios de noticiabilidad (sic). En concreto, que sean novedosos y de actualidad, y que estén asociados directamente a resultados producidos en los centros de investigación a los que pertenece la UCC+i.
2. UCC+i que realizan divulgación general del conocimiento científico y tecnológico. Se entiende por actividades de divulgación del conocimiento científico y tecnológico todas aquéllas orientadas a difundir informaciones y contenidos que no necesariamente sean novedosos o de actualidad, pero que contribuyan a aumentar el nivel de cultura científica y tecnológica de la ciudadanía.

3. UCC+i que realizan asesoramiento y formación del personal investigador en difusión de la ciencia y la tecnología. Las UCC+i podrán realizar o especializarse también en actividades de asesoramiento y formación de investigadores, comunicadores y divulgadores de ciencia y tecnología.
4. UCC+i que realizan investigación sobre los procesos de difusión social de la I+D+I. La obtención de indicadores o estudios sobre percepción social de la ciencia, o sobre el nivel de cultura científica, o sobre el interés de la ciudadanía por la ciencia y la tecnología, entre otros, también pueden ser objeto de trabajo de una UCC+i.

En esta línea, la FECYT, según se establece en el informe de 2007-2014, considera que las Unidades de Cultura Científica registradas en la Red pueden centrar su actividad en cuatro campos concretos:

- La comunicación de los resultados de las investigaciones científicas desarrolladas por las entidades a las que pertenecen.
- La divulgación de la ciencia, entendiendo por tal actividad el acercamiento de la actividad científica, de forma genérica, a los diversos sectores de la sociedad, en especial a los que se encuentran más alejados de la misma.
- El asesoramiento y formación en comunicación y divulgación de la ciencia a investigadores.
- La investigación sobre la percepción social de la ciencia, el nivel de cultura científica, la capacidad de implicación de la sociedad en la ciencia y en la generación de políticas científicas, siguiendo el modelo sobre investigación e innovación responsables (RRI) que propone y está desarrollando la Unión Europea.

Es requisito para el registro en la Red que las UCC+i se cataloguen en al menos dos de las modalidades, teniendo que figurar entre ellas la comunicación de resultados o la divulgación.

De la lectura de ambos documentos se obtienen conclusiones relevantes e información suficiente para identificar el estado de la cuestión y la evolución que han tenido las UCC+i. El segundo de los trabajos incluye una serie de fichas, proporcionadas por las fundaciones, OPI y universidades, que permiten tener una visión bastante precisa de las tareas que desempeñan sus Unidades de Cultura Científica, su dependencia institucional, responsables y profesionales con que cuentan, recursos disponibles, prioridades y estrategias de cara al futuro, si bien el estudio de 2007-2014 es incompleto, pues no se incluyó a la totalidad de la UCC+i existentes al no obtener respuesta de todas al requerimiento de información o no se remitió en los plazos establecidos.

En el informe 2007-2014 se observa que la mayoría de las unidades centran sus actividades en la comunicación de los objetivos y resultados de I+D que desarrollan sus respectivos centros y en la divulgación de la cultura científica, mientras que «las actividades formativas e indagativas, que corresponden a la vía *inside in*, con un mayor impacto en la transversalización de la comunicación, ocupa menos de la cuarta parte de su dedicación» (FECYT, 2015, pág. 12).

En definitiva, el 75% del esfuerzo de las Unidades de Cultura se centra en comunicar los resultados de las investigaciones y en divulgar la cultura científica. Sin duda, han contribuido de manera muy significativa a la divulgación científica y tecnológica y a la comunicación social de la ciencia. Y lo han hecho tanto de puertas adentro como de puertas afuera.

Lástima que el ordenamiento legal y la normativa que reconocen el esfuerzo de profesores e investigadores a efectos de su expediente profesional y su progresión en la carrera docente no contemplen incentivos relacionados con este aspecto de su trabajo. Si así fuera habría un mayor estímulo en todo lo relacionado con el fomento de la cultura científica.

A este respecto, nos parece muy notable que en noviembre de 2018 el grupo de trabajo de Divulgación y Cultura Científica de CRUE-I+D+i (Red Divulga), en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), hiciera pública

una «Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador» (Red Divulga, 2018).

Se trata de una propuesta cuya relevancia no puede pasarse por alto en la medida que tanto la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, a través de uno de sus grupos de trabajo, como la FECYT, asumen formalmente la necesidad de que las actividades de divulgación de la ciencia por parte de académicos e investigadores deben ser objeto de evaluación y reconocimiento a la hora de ponderar los méritos del PDI.

En el texto introductorio se indica literalmente: «La presente guía pretende ser una herramienta útil para los procesos de evaluación del personal investigador en los que se considere oportuno tener en cuenta, como méritos evaluables, el trabajo desarrollado en el ámbito de la divulgación científica.»

Y, admitiendo que esta posible —y aconsejable— evaluación es una competencia de las autoridades e instancias correspondientes, se hacen las siguientes consideraciones: «Se entiende que las actividades de divulgación del personal académico e investigador han de recibir el debido reconocimiento, razón por la que se propone un esquema general o guía de valoración. La guía que se adjunta no pretende establecer cuál ha de ser el peso de las actividades de divulgación en la evaluación de un Curriculum Vitae (CV), ya que este peso, como en el resto de las actividades (docente, investigadora o de transferencia), lo deberá establecer la agencia, organismo o comisión de evaluación en función de los objetivos de dicha evaluación.»

Los autores de esta «Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del personal académico e investigador» justifican su iniciativa invocando, muy acertadamente, que existe un consenso internacional sobre la necesidad de transmitir a la sociedad el valor del conocimiento científico que se genera en las universidades y centros de investigación. Advierten que un nuevo agente, la ciudadanía, ha irrumpido en el esquema o estructura que hasta fecha reciente conformaban los sistemas de I+D, asentados en un trípole: academia, industria y gobiernos.

16.5. Una apuesta de la UE

Como se reitera a lo largo de nuestro trabajo, la comunicación social de la ciencia es una exigencia para propiciar la transparencia institucional en materia de I+D+I, lograr la adhesión y el respaldo de los ciudadanos al quehacer científico y tecnológico y favorecer la formación y la información de la sociedad en asuntos que les atañen muy directamente.

En la presentación de la guía se alude expresamente a recomendaciones de la UE en el sentido que apuntamos: la Comisión Europea (CE) otorga a la divulgación científica un papel clave. La sociedad debe conocer cuál es la investigación e innovación financiada a través de sus contribuciones, los resultados obtenidos, así como el impacto beneficioso que genera. En este escenario, el personal investigador y las instituciones de investigación son los mejores embajadores para comunicar el impacto del trabajo realizado. Así, en la comunicación titulada «Plan de acción Ciencia y Sociedad» (COM [2001] 714 de 4.12.2001) subraya: «Debido a los conocimientos que poseen, los investigadores, los organismos de investigación y las empresas tienen hoy en día una responsabilidad particular para con la sociedad en términos de información científica y tecnológica de los ciudadanos europeos».

En la Recomendación de 11 de marzo de 2005 relativa a la «Carta Europea del Investigador y al Código de conducta para la contratación de investigadores» (2005/251/CE), se indica que las personas que investigan «deberían asegurarse de que sus actividades científicas son dadas a conocer a la sociedad en general de tal forma que puedan ser comprendidas por los no especialistas, mejorando de este modo su comprensión de la ciencia. El compromiso directo con el público ayudará a los investigadores a conocer mejor los intereses del público y también aquello que les preocupa».

La guía contempla una descripción de méritos e indicadores que se entiende deben ser objeto de evaluación y orienta sobre los criterios que deben aplicarse para ponderar y medir su impacto y calidad. Estos méritos e indicadores son los siguientes: libros, ca-

pítulos de libros, artículos de divulgación, exposiciones, creación de materiales, asesoramiento a periodistas como fuente informativa, televisión, radio, blogs, redes sociales, cursos, actividades interactivas presenciales, conferencias y mesas redondas, espectáculos de divulgación, concursos, premios y distinciones, convocatorias competitivas de comunicación y divulgación científica y otros méritos. En total, dieciocho ítems, proponiéndose por parte de los redactores de la guía una serie de criterios para puntuar y baremar a efectos de obtener una evaluación que responda a criterios prefijados, objetivos y con los menores rasgos de discrecionalidad.

A nuestro juicio se echa en falta, o no queda suficientemente explicitado, un indicador que haga mención expresa a la formación de comunicadores en ciencia y tecnología, si bien podría considerarse a tales efectos el epígrafe 11: «Cursos Descripción: cursos sobre temáticas de difusión y comunicación de la ciencia tanto presencial como virtual. La persona evaluada puede participar como organizador/a/ coordinador/a o como docente. Se excluyen los cursos recibidos y la docencia reglada. Indicios de calidad: relevancia de la institución que organiza el curso, duración, impacto, satisfacción de los asistentes».

De cara a la sociedad, todos los indicadores disponibles demuestran que la curiosidad y el interés ciudadano por los asuntos científicos y tecnológicos avanzan paulatinamente. Así lo evidencian los indicadores de la encuesta de la FECYT en sus diferentes ediciones.

Hay progresos. El escenario tal vez no sea el óptimo, pero se advierten síntomas y resultados que permiten albergar esperanza y evidencian que los esfuerzos que se vienen haciendo no caen en saco roto. No es mérito exclusivo de las UCC+i, pues en el proceso intervienen otros agentes, desde medios de comunicación hasta museos, fundaciones, Reales Academias, empresas o divulgadores que hacen un uso eficiente de las redes sociales y otros recursos de la sociedad en red.

Y hay también amenazas, desafíos que superar, como es el excesivo peso que las pseudociencias tienen todavía en la sociedad, con su carga de graves riesgos en el ámbito de la sanidad y la salud pública, como hemos comprobando ante la impunidad

de charlatanes e iluminados que formulan las más peregrinas teorías relacionadas con la COVID-19. El Gobierno de España, que ha puesto en marcha una estrategia para hacer frente al impacto de las pseudociencias, especialmente un Programa Nacional de Protección de la Salud, bien podría emplearse a fondo para atajar y dismantelar este atentado contra la salud pública.

16.6. La formación de comunicadores en ciencia y tecnología

Advertimos, como se apuntó anteriormente, que la inmensa mayoría de las UCC+i dedican su esfuerzo prioritario a tareas de divulgación y comunicación de las actividades de sus respectivos centros. Sin embargo, se echa en falta la puesta en marcha de proyectos orientados a la capacitación y adiestramiento de la comunidad científica en técnicas de comunicación social de la ciencia.

De hecho, en el libro «Comunicación Social de la Ciencia: Estrategias y Retos», publicado por el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) (Barros del Río *et al.*, 2012), se incluye un capítulo firmado por Rosario Moreno-Torres, responsable del servicio de Documentación y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga (UMA), donde se propone trabajar con el PDI para mejorar sus competencias en la divulgación científica y promover su independencia como comunicadores de ciencia.

En la misma línea apuntan Parejo Cuéllar, Martín Pena y Vivas Moreno en su exhaustivo trabajo sobre la divulgación científica en las universidades españolas (2017). Los autores advierten que los ciudadanos otorgan muchas veces mayor credibilidad y confianza a las noticias científicas si éstas han sido comunicadas y explicadas por los propios científicos e investigadores que cuando los temas son abordados por periodistas.

Citan Parejo, Martín y Vivas con frecuencia la opinión y la experiencia de una autoridad en la materia, el periodista Vladimir de Semir, factótum que fue de una prestigiosa sección de ciencia en el diario catalán *La Vanguardia* y responsable actual-

mente del Observatorio de la Comunicación Científica (OCC) de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. En efecto, ya en la primavera de 2003, con objeto de unas jornadas sobre Formación de Comunicadores en Ciencia y Tecnología celebradas en la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, en el marco de la Semana de la Ciencia, Vladimir de Semir presentó una ponencia donde animaba a los científicos e investigadores a formarse y adquirir la pericia para el manejo de las herramientas y los recursos que les permitan comunicar sus proyectos y sus logros de una manera sencilla y accesible.

Vladimir de Semir es autor del ensayo de evocador y pertinente título orteguiano *Decir la ciencia. Divulgación y periodismo de Galileo a Twitter* (2015), donde, como apuntó Ortega en su ensayo *La teoría del decir*, recuerda que las palabras cuando dicen algo deben hacerlo en un contexto, en una situación que ubique al emisor y lo alejen de la abstracción y la imprecisión. De ahí que el científico, cuando comunique, deberá saber qué quiere decir y cómo debe decirlo.

El citado informe 2007-2014 señala que sería deseable —puesto que las UCC+i, al amparo de la FECYT, se han dotado de un modelo de funcionamiento coordinado que permite la puesta en común de experiencias y proyectos (Red UCC+i)— que se promoviese una iniciativa común orientada a dotar a la comunidad científica de un programa de formación y adiestramiento en técnicas eficientes de divulgación y comunicación social de la ciencia.

Además de las Unidades de Cultura Científica de la red FECYT, cabe mencionar la Unidad de Investigación en Cultura Científica (UICC) del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), creada en 2007 mediante un convenio de colaboración suscrito por el CIEMAT, la Universidad de Oviedo y la Universidad de las Islas Baleares.

Esta UICC es una unidad interdisciplinar e interinstitucional que desarrolla su actividad en red. Está integrada por personas vinculadas a diferentes centros públicos: el CIEMAT, la Universidad de Oviedo, la Universidad de las Islas Baleares, el Instituto de Filosofía del CSIC, la Universidad de Valencia, la Universidad de Valladolid y el Instituto ECT (Estudios de la Ciencia y la Tecno-

logía) de la Universidad de Salamanca. En su portal está a disposición de los usuarios una excelente selección de artículos e informes relativos a la comunicación social de la ciencia en el ámbito de los riesgos medioambientales, cambio tecnológico, economía ecológica, sostenibilidad, etc. (CIEMAT, 2007).

Con el fin de actualizar y completar el trabajo de la FECYT, y centrándonos en el área de asesoramiento y formación del personal investigador en difusión de la ciencia y la tecnología, se han analizado las webs de todas las Unidades de Cultura Científica adheridas a la red FECYT. Los datos obtenidos permitirán obtener conclusiones sobre dos parámetros: la declaración de intenciones de formar a los investigadores y, por otra parte, las acciones específicas desarrolladas en esta línea.

Concretamente, se han estudiado las webs de las Unidades de Cultura Científica integradas en la red FECYT y, en los casos que no disponen de web propia, de las páginas correspondientes a los vicerrectorados de investigación, oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) y departamentos de comunicación de las organizaciones.

De las 88 webs correspondientes a las UCC+i integradas en la red de FECYT, solamente hacen referencia a la formación de investigadores en materia de comunicación de la ciencia en 33 casos (un 29%), de los cuales 28 corresponden a universidades, lo que indica que son estas instituciones las que se ocupan fundamentalmente de la formación comunicativa de los científicos.

La información obtenida de cada UCC+i hace alguna mención a formación de investigadores.

Más allá de enunciar el objetivo o el propósito de realizar trabajos de asesoramiento y formación en comunicación y divulgación de la ciencia, no todas las UCC+i especifican qué actividades o cursos se han convocado concretamente, con qué frecuencia o periodicidad, número de participantes o resultados obtenidos.

Las herramientas más utilizadas a la hora de formar a los investigadores en la adquisición de habilidades comunicativas son los cursos puntuales, edición de libros, jornadas, talleres, oferta de títulos en comunicación de la ciencia, seminarios o pla-

nes de comunicación y, en algunos casos, con formatos innovadores como la realización de monólogos, talleres de guiones o de documentales científicos.

Por otra parte, resulta evidente que las UCC+i de las universidades son las que más se implican en las actividades de formación de sus investigadores, ya que salvo el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), la Fundación AZTI, la Fundación Centro de Estudios para la Ciencia, la Cultura Científica y la Innovación (3CIN), la Fundación Progreso y Salud (Junta de Andalucía) y la Fundación Séneca (Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia), el resto de UCC+i de la red FECYT no dejan constancia en su web de cualquier actividad formativa llevada a cabo.

16.7. La necesidad de un proyecto nacional de formación de comunicadores en ciencia y tecnología

La radiografía que obtenemos tras analizar los datos disponibles nos lleva a concluir, en primer lugar, que se están haciendo progresos y que existe una conciencia inequívoca de que debe fortalecerse todo lo relacionado con la comunicación social de la ciencia y, de un modo concreto, la capacitación y adiestramiento del personal docente e investigador (PDI) en técnicas y metodología eficientes para comunicar a los diversos sectores de la opinión pública la importancia de la actividad científico-tecnológica y la trascendencia que ello tiene para la sociedad en todos los órdenes.

Como declaró el catedrático emérito de la UCM y expresidente de la Real Academia de Ciencias, Miguel Ángel Alario y Franco: «Es muy conveniente que los científicos nos ocupemos de que la sociedad sepa lo que hacemos y, en ello, la comunicación es fundamental. Siento que no se haya aplicado previamente. Seguramente habría mejor ambiente con relación a la ciencia. Al final, los políticos, que son los que toman las decisiones y hacen los presupuestos, se deben a la sociedad porque si no, no les votan. Un “problema” que tiene la ciencia es que sus resultados son a

largo plazo. Entonces, si uno tiene que presentarse a elecciones cada cuatro años, en cuatro años un proyecto científico no es fácil que llegue a un gran descubrimiento. Por eso, probablemente, los políticos tienen menos interés. Buscan más, si no el corto plazo, el medio. Comunicando, y haciendo que la sociedad sea consciente por la información que se ofrece de los temas, quizás logremos mejorar esto, que es vital para el futuro de España» (Pérez, 2018).

El científico, incluso el más sobresaliente y notable, no siempre está dotado de las habilidades para transmitir de una forma sencilla y accesible los objetivos y resultados de su trabajo. A muchos les incomoda, incluso, la frivolidad y la precipitación con que los medios de comunicación abordan, no pocas veces, las noticias de carácter científico y tecnológico.

La premura de tiempo, el sometimiento a los códigos del lenguaje audiovisual, la tendencia dominante a darle un sesgo espectacular, cuando no sensacionalista, a muchos temas, la descapitalización profesional que se ha producido en muchos medios como consecuencia de la crisis económica, la eclosión de los medios *online* y su capacidad casi ilimitada para difundir contenidos de manera vertiginosa y la prevalencia del consumo de TV como «dieta» fundamental de la ciudadanía para nutrirse de noticias (Barlovento Comunicación, 2019) son aspectos que no favorecen el sosiego, el rigor y la prudencia que el científico demanda para que su trabajo se haga público masivamente a través de los diferentes medios.

Existen trabajos académicos previos ciertamente relevantes y orientativos; amplia base documental para apuntar con exactitud hacia los escenarios donde es más necesario poner el acento o apuntalar la divulgación científica; profesionales con probada experiencia y excelente ejecutoria que podrían contribuir desde sus respectivos campos, tanto desde el periodismo como desde los laboratorios, cátedras, instituciones y centros que disponen de recursos y que tan sólo tendrían que asignar parte de ellos a este proyecto: un proyecto para el que es indispensable la contribución activa y comprometida de las diferentes administraciones públicas, fundamentalmente el gobierno de la nación a tra-

vés de las instancias correspondientes. A los ministros del ramo, da igual el sesgo ideológico, se les llena la boca de buenas palabras respecto a la prioridad de la inversión en I+D+I, pero la realidad los desenmascara con prontitud.

No importan tanto las herramientas que se utilicen: formatos audiovisuales, contenidos en redes sociales, monólogos humorísticos, conferencias, coloquios, presencia en los medios u otras técnicas, como la metodología y la competencia para hacerlo con garantías de éxito. El científico que tome partido por la divulgación deberá descender del pedestal y alejarse de cualquier atisbo de prepotencia o vanidad, hacer un esfuerzo por «traducir» sus saberes de forma que sean comprensibles y accesibles al gran público; es decir, deberá tener la audacia y la inteligencia para poner en relación el objeto de sus investigaciones con la realidad social que le rodea y con los públicos a los que se dirige. Conveniría tener presente la recomendación de Ortega en *La rebelión de las masas*, cuando alertaba sobre «la barbarie del especialismo» y advertía que el especialista sabe muy bien su mínimo rincón de universo; pero ignora de raíz todo el resto» (1998).

Deberá tener presente el divulgador que la cultura científica no es un agregado de conocimientos individuales, algo propio de un académico o de un investigador. La cultura científica es una forma de socializar el conocimiento científico, un caudal que cuando más abundante y copioso sea mayores réditos producirá. Los británicos acertaron cuando en el llamado «Informe Bodmer» (Cortassa, 2010) desarrollaron el concepto de la comprensión pública de la ciencia y, al tiempo que se asignaba a la investigación científico-tecnológica un papel decisivo en el desarrollo del país, se apostaba por extender la cultura científica y la comprensión de los asuntos científicos por parte del mayor número de sectores sociales.

La comunicación social de la ciencia o la comprensión pública de la ciencia, llámese como se prefiera, es un procedimiento que ejecutado con metodología y profesionalidad genera enormes retornos para el investigador y la comunidad científica. Las recompensas son múltiples: a medida que se incrementa la cultura científica de la ciudadanía crece el interés de ésta por la ciencia

y, en consecuencia, la demanda de recursos a los poderes públicos y al sector privado para que apoyen la investigación científico-tecnológica.

Se fortalece también la autoridad referencial de los científicos, su legitimidad como actores sociales de primer orden y, cómo no, el papel de la ciencia como institución.

Por otra parte, la comprensión pública de los asuntos científicos explica, en gran medida, los requisitos y las exigencias colectivas en ámbitos como el uso razonable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, el riesgo de la automedicación, el consumo energético, el rechazo de las pseudociencias y las falsas terapias, las investigaciones en el campo de la biotecnología, el desarrollo y uso de las TIC y todo un inventario de retos científicos que excedería, con mucho, el objetivo de este trabajo.

Tener capacidad para separar el grano de la paja, advertir dónde nos quieren dar gato por liebre y disponer de los conocimientos indispensables para anticiparse a intentos de comunicación científico-tecnológica sesgados o interesados —que también los hay por parte de empresas, políticos e instituciones— es otra consecuencia positiva derivada de una comprensión pública de la ciencia favorecida por científicos responsables.

16.8. Conclusiones

1. Tras el impulso del Gobierno, en 2007 —a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)— de las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i), hoy forman parte de la red FECYT 88 unidades, identificadas como elementos clave para mejorar la transmisión de los desarrollos científicos y tecnológicos a la sociedad. La mitad de estas UCC+i pertenecen a universidades públicas, seguidas de las que dependen de Organismos Públicos de Investigación (OPI), fundaciones y otras instituciones científico-tecnológicas.
2. De las 88 webs correspondientes a las UCC+i integradas en la red FECYT, solamente 33 hacen referencia a la formación

de investigadores en materia de comunicación de la ciencia (un 29%), de las cuales 28 corresponden a universidades, lo que indica que son estas instituciones las que se ocupan fundamentalmente de la formación comunicativa de los científicos. Estos datos reflejan un déficit de actividad de las Unidades de Cultura Científica a la hora de proporcionar a los investigadores formación comunicativa, indispensable para conseguir que la divulgación científica se lleve a término con las mayores garantías de eficiencia. Sería aconsejable, por tanto, promover una estrategia lo más amplia e integradora posible en materia de formación de comunicadores en ciencia y tecnología.

3. Las herramientas más utilizadas a la hora de formar a los investigadores en la adquisición de habilidades comunicativas son los cursos puntuales, edición de libros, jornadas, talleres, oferta de títulos en comunicación de la ciencia, seminarios o planes de comunicación y, en algunos casos, con formatos innovadores como la realización de monólogos, talleres de guiones o de documentales científicos.
4. Se identifican como factores importantes que pueden frenar las políticas eficientes de divulgación científico-tecnológica la falta de reconocimiento de la formación como mérito en la carrera académica y la desconfianza de los científicos en los profesionales del periodismo, que muchas veces desarrollan su trabajo con el apresuramiento y la urgencia que demandan los medios. En este sentido, sería aconsejable potenciar la relación de ambas partes para conseguir el objetivo de una mayor especialización periodística —que facilite aproximarse con rigor a los contenidos científico-tecnológicos— y, por parte de los investigadores, mayor motivación para adquirir habilidades comunicativas que conduzcan a construir relatos que sean mediáticamente atractivos y sugerentes.
5. Las UCC+i y los departamentos de Comunicación se centran, fundamentalmente, en la divulgación de los trabajos científicos y prestan menos atención a la fase previa de formar adecuadamente a los portavoces, de manera que éstos

no disponen de las herramientas necesarias para obtener los mejores resultados. El conocimiento de técnicas de construcción del discurso, locución, adaptación a diferentes escenarios —comparecencias mediáticas, foros, coloquios, mesas redondas, conferencias, redes sociales etc.—, así como a los diferentes públicos a quienes se dirigen, son las bases necesarias para una correcta divulgación planificada.

16.9. Referencias

- Alcíbar, M. (2015). «Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual», en *Arbor*, 191 (773). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Alcíbar, M., *et al.* (2009). *Contar la ciencia*, Edición de la Fundación Séneca y de la Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. Disponible en: <https://fseneca.es/web/contar-la-ciencia>
- Aguilar, M. A. (2019). *En silla de pista*, Editorial Planeta.
- Artola, M. y Sánchez Ron, J. M. (2017). *Ciencia, lo que hay que saber*, Espasa.
- Barlovento Comunicación (2019). *Análisis televisivo anual 2019*. Disponible en: <https://www.barloventocomunicacion.es/audiencias-anuales/analisis-televisivo-2019>
- Barros del Río, M. A. (coord.) (2012). *Comunicación social de la ciencia. Estrategias y retos*, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana con la colaboración de la FECYT y la Obra Social «La Caixa».
- Capeáns, R.; López, C. y Remiro, G. (2012). *Libro Blanco de las Unidades de Cultura Científica y de la Innovación*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). Disponible en: https://www.fecyt.es/sites/default/files/info/UCC/libro_blanco_ucci.pdf
- Casero-Ripollés, A. (2020). «Impact of Covid-19 on the media system. Communicative and democratic consequences of news con-

- sumption during the outbreak», en *El profesional de la información*, 29, 2, e290223. Disponible en: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.mar.23>
- CIEMAT (2007). *Grupo de investigación en Cultura científica. Áreas científico-Técnicas del CIEMAT*. Disponible en: <http://www.ciemat.es/cargarGrupoInvestigacion.do?identificador=14>
- Cortassa, C. G. (2010). «Del déficit al diálogo, ¿y después?: una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia», en *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 5(15), pág. 3.
- Colombo, F. (1997). *Últimas noticias sobre periodismo*, Anagrama.
- Cortés, I. (2020). «Antonia de Oñate: “No debemos ridiculizar a los negacionistas de la Covid-19”», en *Diario Sur*. Disponible en: <https://www.diariosur.es/sociedad/antonia-onate-debemos-20200824173826-ntrc.html>
- COSCE (2018). *La COSCE presenta el análisis de los recursos destinados a I+D+i en los Presupuestos Generales del Estado, aprobados para el año 2018*, COSCE. Confederación de Sociedades Científicas de España. Disponible en: <https://bit.ly/2F0bfXI>
- FECYT (2015). *UCC+i: Origen y evolución (2007-2014)*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), Madrid. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ucci-origen-y-evolucion-2007-2014>
- FECYT (2018). *IX EPSCYT 2018. Informe de resultados*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), Madrid. Disponible en: https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/18/epscyt2018_informe_0.pdf
- FECYT (2018b). *Principales resultados de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia 2018*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/noticia/principales-resultados-de-la-encuesta-de-percepcion-social-de-la-ciencia-2018>
- FECYT (2020). *Red UCC+i. ¿Qué son? Unidades de cultura científica*, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/info/que-son>
- Fuster, V. y Sampedro, J. L. (2008). *La ciencia y la vida*, Penguin Random House, Madrid.

- Gabilondo, I. (2011). *El fin de una época*, Barril/Barral Editores, Barcelona.
- García Marzá, D. (coord.) (2017). *El diálogo entre ciencia y sociedad en España. Experiencias y propuestas para avanzar hacia la Investigación y la Innovación Responsables desde la Comunicación*, Servicio de Comunicación y Publicaciones de la Universidad Jaime I (con la colaboración de FECYT), Castellón de la Plana.
- Gardner, M. (1988). *La ciencia. Lo bueno, lo malo y lo falso*, Alianza Editorial, Madrid.
- González-Pedraz, C.; Pérez-Rodríguez, A. V.; Campos-Domínguez, E. y Quintanilla Fisac, M. A. (2018). «Estudio de caso sobre las Unidades de Cultura Científica (UCC+i) españolas en la prensa digital», en *Doxa Comunicación*, 26, págs. 169-189.
- Johns Hopkins University (2020). «Coronavirus Resource Center». Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/>
- «Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación», en *Boletín Oficial del Estado*, 2 de junio de 2011, núm. 131.
- Maldita.es (2020). «Las afirmaciones falsas de la asociación negacionista “Médicos por la verdad” sobre el coronavirus, el uso de las mascarillas y la vacuna de la gripe», en *Maldita ciencia*. Disponible en: <https://maldita.es/malditaciencia/2020/08/22/video-asamblea-grupo-medicos-por-la-verdad-afirmaciones-falsas-mascarillas-confinamiento-gripe-tratamiento-covid19/>
- OMS (2020). «Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)», en *Emergencias sanitarias*. Web de la Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
- Ortega y Gasset, J. (1998). «La barbarie del “especialismo”», en Gardner, M. (coord.). *Los grandes ensayos de la ciencia*, Nueva Imagen, México, págs. 91-96.
- Parejo, M.; Martín, D. y Vivas, A. (2017). *La divulgación científica: Estructuras y prácticas en las universidades*, Editorial Gedisa, Barcelona.
- Pérez, F. J. (2018). «Voces: Miguel Ángel Alario y Franco», en *Proyecto Comciencia*, Grupo Ciberimaginario. Disponible en:

- <https://ciberimaginario.es/2018/01/17/voces-miguel-angel-alario-franco>
- Ramón y Cajal, S. (1916). *Reglas y consejos sobre investigación biológica* (No. 570.4 RAM).
- Ramón y Cajal, S. (1940). *Reglas y consejos sobre investigación científica*, Librería Beltrán, Madrid.
- Red Divulga (2018). *Guía de valoración de la actividad de divulgación científica del Personal académico e investigador*, Grupo de Trabajo de Divulgación y Cultura Científica de CRUE – I+D+i (Red Divulga), en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Disponible en: <https://bit.ly/3irZpny>
- Rodríguez, I. T. y Garza, G. Z. (2005). *Universidad y comunicación social de la ciencia* (Vol. 36), Universidad de Granada.
- Salas, J. (2020). «Cómo mejorar la ventilación en interiores y otros cinco retos prioritarios frente a la segunda ola», en *El País*. Disponible en: <https://elpais.com/ciencia/2020-08-14/como-mejorar-la-ventilacion-en-interiores-y-otros-cinco-retos-prioritarios-frente-a-la-segunda-ola.html>
- Sagan, C. (1997). *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*, Planeta, Barcelona.
- Semir, V. (2015). «Decir la Ciencia. Divulgación y periodismo de Galileo a Twitter», en *El Profesional de la Información*, 24(4), págs. 471-472.
- Trilla, A. (2020). «Falsa ciencia y daños reales», en *La Vanguardia*. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/vida/20200823/482962677416/falsa-ciencia-y-danos-reales.html>

Comunicar la ciencia

Manuel Gértrudix Barrio y Mario Rajas Fernández (coords.)

Guía para una comunicación eficiente y responsable de la investigación e innovación científica

Comunicar la Ciencia es más necesario que nunca para una sociedad que enfrenta retos cada vez más complejos y globales. En este libro, los investigadores del Observatorio de Comunicación Científica de la Universidad Rey Juan Carlos ofrecen al lector una visión práctica y aplicada sobre las estrategias, las metodologías y las técnicas necesarias para realizar una comunicación, divulgación y diseminación científica integral y eficiente tanto de los proyectos de investigación e innovación competitivos como de los centros y organismos de investigación. Un libro imprescindible para conocer las claves actuales de una comunicación científica que mejore el diálogo con la sociedad e incentive el compromiso de la ciudadanía con los alcances de la innovación y la investigación.

Manuel Gértrudix es profesor titular de Comunicación Digital de la Universidad Rey Juan Carlos, codirector del grupo de investigación Ciberimaginario y del Observatorio de Comunicación Científica, y coeditor de la revista científica *Icono14*.

Mario Rajas es profesor titular de Comunicación Audiovisual y Publicidad de la Universidad Rey Juan Carlos, codirector del grupo de investigación Ciberimaginario y del Observatorio de Comunicación Científica, y editor de *Icono14* Editorial.



THEMA: GTC

ISBN: 978-84-18525-73-5



500485